جهود العلماء لمعرفة المادة الوراثية

علمت مما سبق أن :

١- نواة الخلية تحتوى على الجينات الوراثية المسئولة عن انتقال الصفات الوراثية .

٢- توجد الجينات أو تحمل على الكروموسومات (الصبغيات) .

٣- يدخل فى تركيب الكروموسوم مركبان هما : أ- DNA ب- البروتينات .

الجينات :- وحدات المعلومات الوراثية التى تتحكم فى الصفات الموروثة .

أعتقد العلماء فى بادئ الأمر أن البروتينات هى المادة الوراثية وليس الحمض DNA وذلك لأن :-

١- البروتينات يدخل فى تركيبها ٢٠ نوع من الأحماض الأمينية والتى تتجمع بطرق مختلفة لتكوين عدد لا حصر له من البروتينات المختلفة بما يتناسب مع تنوع الصفات الوراثية .

٢- الحمض DNA يدخل فى تركيبه ٤ أنواع من النيوكليوتيدات فقط .

البيولوجيا الجزيئية :- أحد مجالات العلم الحديث الذى يهتم بدراسة الأساس الجزيئى للوراثة DNA وهو يتقدم بسرعة كبيرة جدا .

الأدلة على أن DNA هو المادة الوراثية وليست البروتينات

أولا:- التحول البكتيرى

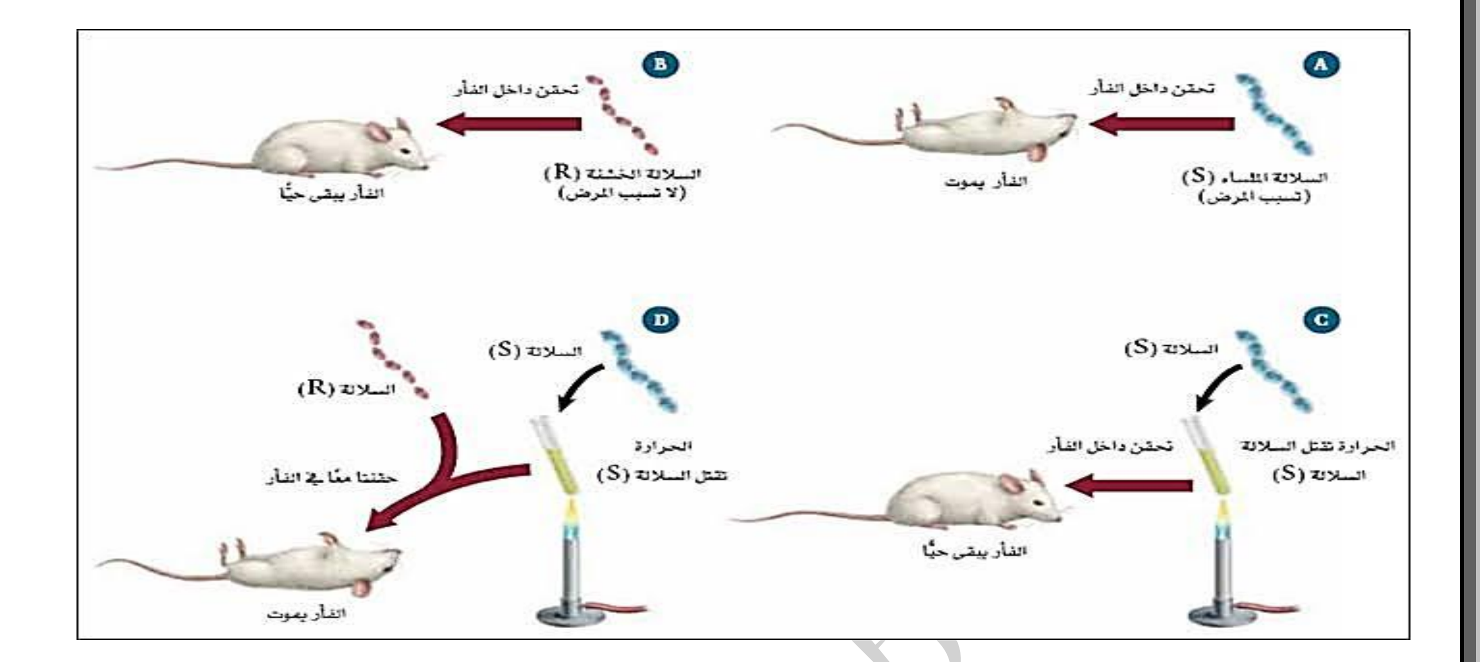
أ- تجربة العالم جريفث

الخطوات:-

١- حقن فئران بسلالة بكتيريا (S) فماتت ؛ وحقن فئران بسلالة بكتيريا (R فأصيبت بالالتهاب الرئوى ولم تمت .

٢- حقن فئران بسلالة بكتيريا (S) مقتولة حراريا فلاحظ عدم موت الفئران .

٣- حقن فئران بسلالة بكتيريا (S) مقتولة حراريا مع سلالة بكتيريا (R) حية فلاحظ موت بعض الفئران .



الاستنتاج :-

١- المادة الوراثية الخاصة بسلالة البكتيريا (S) المميتة انتقلت إلى داخل سلالة البكتيريا(R) غير المميتة فحولتها إلى السلالة (S) وأصبحت مميتة ؛ حيث وجد بالفئران المميتة بكتيريا(S)حية !!!!!!! .

٢- ظاهرة التحول البكتيرى :-

التحول البكتيرى :-

هى تحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة نتيجة انتقال المادة الوراثية إليها

ب- تجربة إفري وزملاؤه

الخطوات :-

١- قاموا بعزل مادة التحول البكتيرى التى تسببت فى تحول سلالة البكتيريا (R) غير مميتة إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة .

٢- قاموا بتحليل مادة التحول البكتيرى ووجدوها تتكون من DNA .

تفسير التحول البكتيرى :-

سلالة البكتيريا (R) امتصت DNA الخاص بسلالة البكتيريا (S) فاكتسبت خصائصها وأصبحت مميتة وانتقلت هذه الخصائص إلى الأبناء .

الاعتراض على أن DNA هو المادة الوراثية :-

DNA الذى سبب التحول البكتيرى بإنزيم (دى أكسى ريبونيوكليز) الذى يقوم بتحليل DNA تحليل كامل ولا يؤثر على البروتينات ولا RNA.

ج- التجربة الحاسمة

الخطوات :-

١- تم معاملة مادة التحول البكتيرى بإنزيم (دى أكسى ريبونيوكليز) الذى يقوم بتحليل DNA تحليل كامل ولا يؤثر عللى البروتينات ولا RNA .

٢- تم نقل مادة التحول البكتيرى إلى سلالة البكتيريا (R) غير المميتة .

المشاهدة :-

لم تتحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى السلالة (S) المميتة .

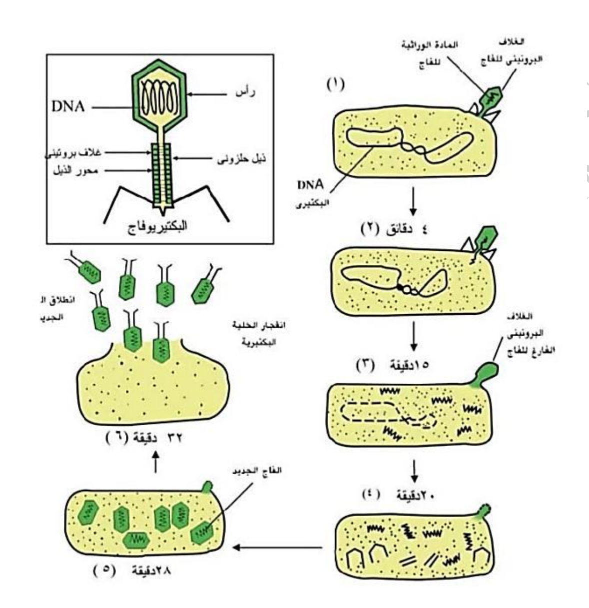
الاستنتاج النهائى :-

الحمض DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين .

ثانيا:- لاقمات البكتيريا (البكتيريوفاج)

البكتيريوفاج :-

هو فيروس يتركب من DNA وغلاف بروتينى يمتد ليكون ذيل ؛ يهاجم البكتيريا وينفذ مادته الوراثية داخلها فتتضاعف وتنفجر خلية البكتيريا خلال ٣٢ دقيقة ويخرج منها حوالى ١٠٠ فيروس (فاج) جديد .



تجربة العالمان هيرشى وتشيس

استغل هيرشى وتشيس حقيقة علمية هى أن الحمض DNA يدخل فى تركيبه الفوسفور (P) الذى لا يدخل عادة فى بناء البروتينات ؛ كما أن البروتين يدخل فى تركيبه الكبريت (S) الذى لا يدخل فى تركيب الحمض DNA .

الخطوات :-

١- قاما بترقيم DNA الفيروسى بالفوسفور المشع ؛ وترقيم البروتين الفيروسى بالكبريت المشع .

٢- سمح للفاج بمهاجمة البكتيريا .

٣- قاما بالكشف عن الفوسفور المشع والكبريت المشع داخل وخارج الخلايا البكتيرية .

المشاهدة :-

١- كل الفوسفور المشع تقريبا انتقل داخل البكتيريا دليل على وصول كل DNA الفيروسى .

٢- أقل من ٣% من الكبريت المشع انتقل داخل الخلايا البكتيرية دليل على عدم وصول أغلب البروتين الفيروسى .

الاستنتاج :-

١- DNA يدخل خلية البكتيريا ويدفعها إلى بناء فيروسات (فاج) جديدة .

٢- DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين .

ملحوظة :-

١- المادة الوراثية (الجينات) فى بكتيريا الالتهاب الرئوى – والبكتيريوفاج تتكون من DNA .

٢- ليست كل الجينات عبارة عن DNA ؛ فهناك بعض الفيروسات مثل (فيروس الإيدز) مادتها الوراثية RNA .

ثالثا:- كمية DNA فى الخلايا

١- كمية DNA فى الخلايا الجسدية المختلفة لأى كائن متساوية ؛ بينما كمية البروتين فى نفس الخلايا غير متساوية .

٢- كمية DNA فى الخلايا الجنسية (الأمشاج) نصف كمية DNA فى الخلايا الجسدية ؛ ولا ينطبق ذلك على البروتين .

٣- البروتينات يتم هدمها وإعادة بنائها باستمرار فى الخلايا ؛ بينما DNA يكون ثابت فى الخلايا لا يتحلل .



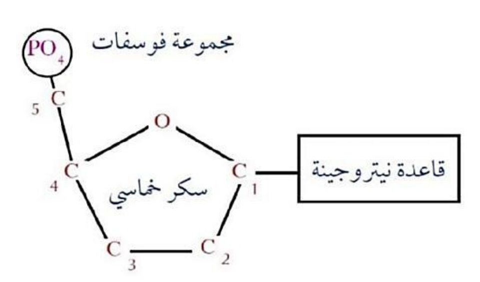
أولا:- تركيب DNA

يتركب من وحدات تسمى نيوكليوتيدات ؛ وكل نيوكليوتيدة تتكون من :

١- جزئ سكر خماسى الكربون (ديوكسى ريبوز) .

٢- مجموعة فوسفات مرتبطة بذرة الكربون رقم (٥) .

٣- قاعدة نيتروجينية ترتبط بذرة الكربون رقم (١) .



يحتوى شريط DNA على أربعة أنواع من القواعد النيتروجينية :

(أ) البيورينات : ذات الحلقتين وهما الأدينين (A) والجوانين (G) .

(ب) البريميدينات : ذات الحلقة الواحدة وهما السيتوزين (C) والثايمين (T) .

ارتباط النيوكليوتيدات ببعضها فى شريط DNA:

١- ترتبط مجموعة الفوسفات المتصلة بذرة الكربون رقم (٥) برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (٣) فى سكر النيوكليوتيدة التالية فيتكون هيكل سكر فوسفات .

٢- هيكل سكر الفوسفات غير متماثل ...علل؟

لأن به مجموعة فوسفات (PO4) حرة طليقة عند الطرف (٥) فى السكر الموجود عند أحد نهاياته ؛ ومجموعة هيدروكسيل (OH) حرة طليقة عند الطرف (٣) فى السكر الموجود عند النهاية .

٣- يتساوى عدد القواعد النيتروجينية البيورينية والبريميدينية فى جزئ DNA حيث يكون:

١- عدد النيوكليوتيدات المحتوية على القاعدة A مساوية لتلك المحتوية على T .

٢- عدد النيوكليوتيدات المحتوية على القاعدة G مساوية لتلك المحتوية على C .

الدليل المباشر على تركيب DNA (دراسات فرانكلين) :

١- استخدمت فرانكلين تقنية حيود اشعة X فى الحصول على صور لبللورات من DNA عالى النقاوة .

٢- قامت بإمرار اشعة X خلال البللورات من جزيئات DNA ذات تركيب منتظم .

٣- نشأ عن ذلك تشتت لأشعة X ؛ وظهور طراز من توزيع نقطى أعطى تحليلها معلومات عن شكل جزئ DNA .

نتائج الدراسات التى قامت بها فرانكلين :

١- جزئ DNA ملتف على شكل حلزون أو لولب ؛ بحيث تكون القواعد النيتروجينية متعامدة على طول الشريط .

٢- هيكل سكر فوسفات يوجد جهة الخارج من اللولب والقواعد جهة الداخل .

٣- قطر اللولب يدل على أنه يتكون من أكثر من شريط من DNA .

نموذج واطسون وكريك لتركيبDNA

١- يتركب جزئ DNA من شريطين يرتبطان معا مثل السلم الحلزونى ..حيث :

يمثل هيكلا سكر الفوسفات جانبى السلم .　　　تمثل القواعد النيتروجينية درجات السلم .

٢- يتكون الدرج الواحد من السلم من :

ارتباط قاعدة (A) مع قاعدة (T) برابطتين هيدروجينيتين

ارتباط قاعدة (G) مع قاعدة (C) بثلاث روابط هيدروجينية .

A::::T

G:::::C

٣- عرض درجات السلم يكون متساوى ؛ ودائما شريطى DNA على نفس المسافة من بعضها البعض ...علل ؟

لأن كل درج يتكون من قاعدة بيورينية ذات حلقتين وأخرى بريميدينية ذات حلقة واحدة .

٤- شريطا جزئ DNA متعاكسان الوضع ..علل ؟

حيث يكون أحد الشريطين اتجاهه `٥ ⟵ `٣ ؛ بينما الشريط المقابل يكون اتجاهه `٣ ⟵ `٥ .

وذلك لكى تتكون الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيروجينية بشكل سليم .

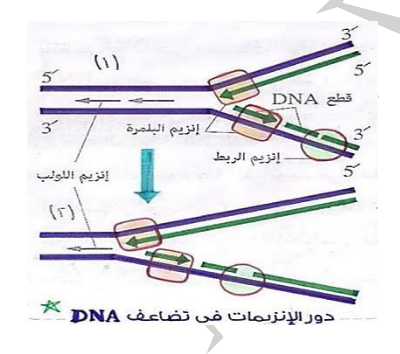
٥- يلتف سلم DNA بحيث تتكون كل لفة على الشريط الواحد من ١٠ نيوكليوتيدات (أى تتكون كل لفة على اللولب المزدوج من ٢٠ نيوكليوتيدة) .

ثانيا :- تضاعف DNA

يحدث التضاعف فى الخلية قبل الانقسام مباشرة .

يحتوى شريطى DNA على قواعد نيتروجينية متكاملة وبالتالى فإن تتابع النيوكليوتيدات فى أحد الأشرطة يوفر المعلومات اللازمة لبناء شريط مقابل له ومتكامل معه .

الإنزيمات وتضاعف DNA:



دور الإنزيمات فى تضاعف DNA

١- ينفك التفاف اللولب المزدوج .

٢- تتحرك إنزيمات اللولب على امتداد اللولب المزدوج فاصلة الشريطين عن بعضهما وذلك بكسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد .

٣- يبتعد الشريطان عن بعضهما فتقوم إنزيمات البلمرة ببناء أشرطة DNA جديدة .



٤- يعمل إنزيم بلمرةDNA فى اتجاه واحد وهو من الطرف `٥ ⟵ `٣ للشريط الجديد .

٥- فى حالة الشريط `٣ ⟵ `٥ القالب ؛ يقوم إنزيم بلمرة DNA بإضافة نيوكليوتيدات جديدة .

٦- فى حالة الشريط `٥ ⟵ `٣ القالب ؛ يقوم إنزيم بلمرة DNA ببناء قطع صغيرة من DNA فى اتجاه `٥ ⟵ `٣ ثم تقوم إنزيمات الربط **بربط** هذه القطع مع بعضها البعض .

اختلاف تضاعف DNA فى أوليات النواة وحقيقيات النواة :

تضاعف DNA فى أوليات النواة	تضاعف DNA فى حقيقيات النواة
يوجد DNA فى السيتوبلازم على شكل لولب مزدوج تلتحم نهاياته مع بعضهما البعض ويتصل بالغشاء البلازمى .	ينتظم DNA فى صورة صبغيات ؛ حيث يحتوى كل صبغى على جزئ DNA واحد يمتد من أحد طرفيه للطرف الأخر .
يبدأ نسخ وتضاعف DNA من نقطة التحام اللولب المزدوج مع الغشاء البلازمى .	يبدأ نسخ وتضاعف DNA من عند أى نقطة على امتداد جزئ DNA .

ثالثا:- إصلاح عيوب DNA

يتعرض DNA للتلف حيث تفقد الخلية البشرية يوميا حوالى ٥٠٠٠ قاعدة بيورينية (A) و (G) .

أسباب تلف DNA:

١- حرارة الجسم . ٢- البيئة المائية داخل الخلية . ٣- المركبات الكيميائية . ٤- الإشعاع .

البوليمرات :- مركبات طويلة تتكون من وحدات بنائية متكررة .

أى تلف فى جزئ DNA يحدث تغيير فى المعلومات الوراثية فى الخلية مما ينتج عنه تغيرات خطيرة فى بروتينات الخلية .

ما تأثير تلف DNA ؟

رغم أن هناك آلاف التغيرات التى تحدث لجزئ DNA كل يوم إلا أن DNA لا يستمر فى الخلية من هذه التغيرات سوى تغيران أو ثلاثة كل عام وتكون لها صفة الدوام ...علل؟

لأن الغالبية العظمى من التغيرات تزال بكفاءة عالية نتيجة لنشاط مجموعة من ٢٠ أنزيم تعمل على إصلاح عيوب DNA يطلق عليها **إنزيمات الربط** .

كيف تعمل إنزيمات الربط فى إصلاح عيوب DNA ؟

إنزيمات الربط تلعب دورا هام فى الثبات الوراثى للكائنات الحية ..علل؟

تتعرف على المنطقة التالفة من جزئ DNA وإصلاحها حيث تستبدلها بنيوكليوتيدات تتزواج مع تلك الموجودة على الشريط المقابل فى الجزء التالف .

شروط إصلاح جزئ DNA:

١- يعتمد إصلاح عيوب DNA على التكامل بين الشريطين وازدواج القواعد النيتروجينية ؛ حيث أن كل شريط يستطيع أن يكون قالب لبناء الشريط الأخر .

كل تلف يمكن إصلاحه إلا إذا حدث تلف فى نفس الشريطين فى نفس الموقع وفى نفس الوقت .

التغيرات التى تستمر فى الخلية تكون بسبب حدوث تلف فى شريطى DNA فى نفس الموقع وفى نفس الوقت .

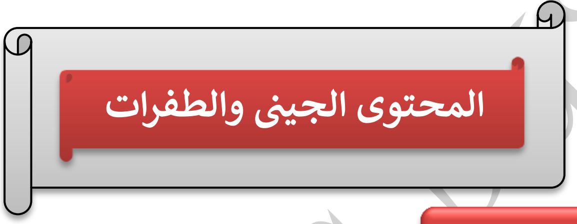
يزيد معدل الطفرات والتغيرات فى الفيروسات التى تكون مادتها الوراثية RNA حيث يوجد دائما فى صورة شريط مفرد .

اللولب المزدوج يعتبر حيويا للثبات الورثى للكائنات الحية التى يوجد بها .

هناك حالات لايمكن فيها إصلاح التلف فى المادة الوراثية وهى :

١- حدوث التلف فى شريطى DNA فى نفس الموقع ونفس الوقت .

٢- الفيروسات التى تكون مادتها الوراثية فى صورة شريط مفرد من RNA .



أولا:- DNA فى أوليات النواة

أوليات النواة :- كائنات حية لا تحاط المادة الوراثية فيها بغشاء نووى بل توجد منتشرة فى السيتوبلازم .
مثل : البكتيريا .   DNA فى بكتيريا **إيشيريشا كولاى (مثال لأوليات النواة) .**

١- يوجد على شكل لولب مزدوج تلتحم نهايتاه معا .

٢- يتصل بالغشاء البلازمى للخلية فى موقع أو أكثر .

٣- يصل طوله حوالى ١.٤ مم ؛ بينما يصل طول الخلية حوالى ٢ ميكرون . (المليمتر= ١٠٠٠ ميكرون)

٤- يلتف حول نفسه عدة مرات ليحتل مساحة ٠.١ من حجم الخلية .

٥- تحتوى بعض الخلايا البكتيرية على جزئيات DNA دائرية صغيرة تعرف ب (البلازميدات) .

البلازميدات :-

جزئيات صغيرة دائرية من DNA لاتتعقد بوجود البروتين معها .

أهمية البلازميدات :

١- تستخدم على نطاق واسع فى الهندسة الوراثية ..علل؟

لأن البلازميدات تتضاعف أثناء تضاعف DNA الرئيسى للخلية البكتيرية .

٢- استغل العلماء هذا التضاعف بإدخال بلازميدات صناعية داخل خلية البكتيريا بهدف الحصول على نسخ كثيرة من هذه البلازميدات .

ملاحظات هامة :

١- تحتوى الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء على جزئيات DNA (عضيات توجد فى سيتوبلازم حقيقيات النواة) تشبه جزئيات DNA فى أوليات النواة .

٢- تحتوى خلايا فطر الخميرة من (حقيقيات النواة) على بلازميدات .

ثانيا:- DNA فى حقيقيات النواة

حقيقيات النواة : كائنات حية تحاط المادة الوراثية فيها بغشاء نووى يفصلها عن السيتوبلازم و ينتظم DNA بها فى صورة صبغيات . **وتظهر الصبغيات أثناء انقسامها .**

١- ينتظم DNA فى صورة صبغيات (كروموسومات) داخل النواة التى تحاط بغشاء نووى يفصلها عن السيتوبلازم .

٢- تحتوى كل خلية جسدية فى الإنسان على ٤٦ صبغى أي (٢٣ زوج من الكروموسومات) .

٣- يتركب الكروموسوم من جزئ واحد فقط من DNA .

٤- يلتف جزئ DNA ويطوى عدة مرات مرتبط بالبروتينات مكون الكروماتين .

الكروماتين :-

جزئ واحد من DNA يلتف ويطوى عدة مرات مرتبط بالبروتينات ويحتوى على كميات متساوية من DNA والبروتين .

لاحظ: يحتوى الكروماتين عادة على كمية متساوية من البروتين و DNA .

أنواع البروتينات التى تدخل فى تركيب الصبغى :

البروتينات الهستونية	البروتينات غير الهستونية
بروتينات تركيبية صغيرة توجد فى كروماتين الخلية بكميات ضخمة وتحتوى على قدر كبير من الحمضين الأمينيين القاعديين الأرجينين و الليسين	مجموعة غير متجانسة من البروتينات التركيبية والتنظيمية تدخل فى تركيب الكروماتين .
ترتبط البروتينات الهستونية بقوة مع اللولب المزدوج ...علل؟ لأن مجموعة الألكيل R الجانبية للحمضين الأمينيين الأرجينين والليسين تحمل شحنات موجبة فترتبط بقوة مع مجموعات الفوسفات PO4 السالبة فى DNA .	**البروتينات التركيبية :** تلعب دور رئيسئ فى التنظيم الفراغى لجزئ DNA داخل النواة . **البروتينات التنظيمية :** تحدد إذا كانت شفرة DNA ستستخدم فى بناء RNA والبروتينات والإنزيمات أم لا .
مسئولة عن تقصير جزئ DNA ١٠ مرات عن طريق تكوين النيوكليوسومات .	مسئولة عن تقصير جزئ DNA ١٠٠٠٠٠ مرة عن طريق تكوين الكروماتين المكثف .

تكثيف DNA :

يمكن فك اللولب المزدوج لجزئ DNA فى كل صبغى ووضع الجزيئات على امتداد بعضها البعض طولها ٢ متر لذا تقوم الهستونات وغيرها من البروتينات بمسئولية تكثيف هذه الجزئيات الطويلة لتقع فى حيز نواة الخلية التى يتروا ح قطرها من ٢:٣ ميكرون .



خطوات تكثيف DNA :

١- يلتف جزئ DNA حول مجموعات من البروتينات الهستونية مكونا حلقات من **النيوكليوسومات** مما يؤدى إلى تقصير طول جزئ DNA عشر مرات ولكن لابد ان يقصر جزئ DNA حوالى ١٠٠.٠٠٠ .

النيوكليوسومات :-

حلقات فى الصبغى تتكون من التفاف جزئ DNA حول مجموعة من البروتينات الهستونية لتقصير جزئ DNA عشر مرات .

٢- تلتف حلقات النيوكليوسومات مرة أخرى لتنضم مع بعضها البعض ولكن هذا أيضا لايكفى لتقصير جزئ DNA إلى الطول المطلوب .

٣- ترتب أشرطة النيوكليوسومات الملتفة بشدة على شكل حلقة كبيرة بواسطة البروتينات التركيبية **غير الهستونية** مكونة بذلك الكروماتين المكثف (الملتف والمكدس) .

ملحوظة هامة :

لاتصل إنزيمات التضاعف إلى جزئ DNA المكثف فى صورة كروماتين ؛ لذلك لابد من فك هذا الالتفاف عل الاقل إلى مستوى شريط من النيوكليوسومات .

ثالثا:- المحتوى الجينى

١- **المحتوى الجينى :-** هو كل الجينات وبالتالى كل DNA الموجود فى الخلية .

٢- **الجينات فى أوليات النواة :** تمثل الجينات المسئولة عن بناء RNA والبروتينات معظم المحتوى الجينى

٣- **الجينات فى حقيقيات النواة :** تمثل الجينات المسئولة عن بناء RNA والبروتينات أقل من ٧٠% من المحتوى الجينى ؛ وباقى الجينات غير معلومة الوظيفة .

يحتوى DNA على جينات تحمل التعليمات الازمة لبناء :

١- تتابع النيوكليوتيدات المسئولة عن بناء المركبات البروتينية .

٢- ينسخ من جزئيات RNA الريبوسومى rRNA الذى يدخل فى بناء الريبوسومات .



1- توجد مئات النسخ المتكررة من الجينات الخاصة ببناء RNA الريبوسومى والهستونات التى تحتاجها الخلية بكميات كبيرة ؛ حيث أن وجود هذه النسخ يعمل على سرعة إنتاج الخلية للريبوسومات والهستونات.

٢- تتابع النيوكليوتيدات القصير (A-G-A-A-G) فى حشرة ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) يتكرر حوالى ١٠٠٠٠٠ مرة ولايمثل شفرة (عديم الوظيفة) .



١- الحبيبات الطرفية عند أطراف بعض الصبغيات لا تمثل شفرة .

٢- كمية كبيرة من المحتوى الجينى لحقيقيات النواة لا تمثل شفرة (أكثر من ٣٠%) .

٣- كمية DNA ليست لها علاقة بمقدار تعقد الكائن الحى .... **فمثلا**:

حيوان السلمندر المحتوى الجيني لخلاياه تعادل ٣٠ مرة قدر الإنسان ؛ ومع ذلك تنتج خلاياه كمية أقل من البروتين....علل ؟

بسبب وجود كمية كبيرة من DNA بلا شفرة .

وظيفة DNA الذى لايمثل شفرة :

١- يعتقد أنه يعمل على احتفاظ الصبغيات بتركيبها .

٢- يمثل إشارات للمناطق التى يبدأ عندها بناء RNA الرسول ؛ وهى مناطق هامة فى بناء البروتين .



الطفرة :-

هى تغير مفاجئ فى طبيعة الجينات المتحكمة فى صفات معينة مما ينتج عنه تغير صفات الكائن الحى .

أسباب حدوث الطفرات :-

١- تغير تركيب الجين . ٢- تغيرعدد الصبغيات . ٣- التغير الناجم عن تأثير البيئة .



١- تبعا لتوارثها

١	**طفرات حقيقية**	تتوارث على مدى الأجيال المتتالية .
٢	**طفرات غير حقيقية**	لا تتوارث على مدى الأجيال المتتالية .

٢- تبعا لأهميتها

١- طفرات غير مرغوب فيها	٢- طفرات مرغوب فيها
تمثل أغلب الطفرات	طفرات نادرة ويحاول الإنسان استحداثها .
مثل: ١- التشوهات الخلقية فى الإنسان . ٢- العقم فى النبات .	**مثل :** ١- سلالة **أنكن** من الأغنام ذات الأرجل القصيرة والمقوسة فلا تستطيع تسلق سور الحظيرة واتلاف النباتات المزروعة . ٢- زيادة إنتاج المحاصيل النباتية .

٣- تبعا لمكان حدوثها

١- طفرات مشيجية	٢- طفرات جسمية
تحدث فى الخلايا التناسلية (الأمشاج) .	تحدث فى الخلايا الجسدية (الجسمية) .
تظهر كصفات جديدة على الجنين الناتج .	تظهر كأعراض مفاجئة على العضو الذى تحدث فيه .
تحدث فى الكائنات التى تتكاثر جنسيا .	تحدث فى النباتات التى تتكاثر لا جنسيا (خضريا) .

٤- تبعا لمنشاها

١- طفرات تلقائية	٢- طفرات مستحدثة
تحدث دون تدخل الإنسان وهى نادرة .	تحدث بتدخل الإنسان للحصول على صفات مرغوبة .
تحدث بسبب تأثيرات البيئة المحيطة بالكائن مثل : ١- الأشعة فوق البنفسجية . ٢- الأشعة الكونية . ٣- المركبات الكيميائية .	تحدث بسبب: **عوامل طبيعية :** ١- الأشعة فوق البنفسجية . ٢- أشعة إكس X . ٣- أشعة جاما . **عوامل كيميائية :** ١- غاز الخردل . ٢- حمض النيتروز . ٣- مادة الكولشيسين .
تلعب دور هام فى عملية تطور الأحياء .	عند معالجة النبات بالمواد الكيميائية تضمر خلايا القمة النامية وتموت ليتجدد تحتها أنسجة جديدة تحتوى على عدد مضاعف من الصبغيات .

من أمثلة الطفرات المستحدثة المرغوب فيها :

١- تكوين أشجار فواكه ذات ثمار كبيرة حلوة المذاق وخالية من البذور .

٢- إنتاج فطر البنسيليوم لكميات كبيرة من مضاد حيوى البنسيلين .

٥- تبعا لنوعها

(أ) الطفرات الجينية:

تحدث نتيجة تغير كيميائى فى تركيب الجين بحدوث تغيير فى ترتيب القواعد النيتروجينية فى جزئ DNA .

يؤدى هذا التغيرإلى تكوين بروتين مختلف يعمل على ظهور صفة جديدة .

قد يصاحبها تحول جين من سائد إلى متنحى أو العكس .

(ب) الطفرات الصبغية (الكروموسومية) :

١- التغير فى عدد الصبغيات:

الزيادة فى عدد الصبغيات : حالة كلاينفلتر (٤٤+XXY) .

النقص فى عدد الصبغيات : حالة تيرنر (٤٤+X) .

أسباب التضاعف الصبغى :

١- عدم انفصال الكروماتيدات بعد انقسام السنترومير .

٢- عدم تكوين الغشاء الفاصل بين الخليتين البنويتين .

٢- التغير فى تركيب الصبغيات :

انفصال قطعة من الصبغى والتفافها حول نفسها ١٨٠ درجة والتحامها فى الوضع المقلوب على نفس الصبغى .

تبادل أجزاء من صبغيات غير متماثلة .

زيادة أو نقص جزء صغير من الصبغى .

ملاحظات

١- التضاعف الصبغى شائع فى عالم النبات فهناك نباتات ٣ ن ؛ ٤ ن ؛ ٦ ن ؛ ٨ ن ؛ حتى ١٦ ن .

٢- ينتج عن التضاعف الصبغى أفراد ذات صفات جديدة بسبب أن كل جين ممثل بعدد أكبر من النسخ فيكون تأثيره أكثر وضوح ؛ فيكون النبات أكثر طولا وتكون أعضاؤه أكبر حجما .

٣- توجد حاليا نباتات مثل (القطن – القمح – العنب – التفاح – الكمثرى – الفراولة) ذات تعدد رباعى (٤ ن) .

٤- التضاعف الصبغى نادر فى عالم الحيوان ...علل؟

لأن تحديد الجنس فى الحيوان يحتاج إلى توازن دقيق بين عدد الصبغيات الجنسية والجسدية .

٥- يقتصر وجود التضاعف الصبغى فى الحيوان على بعض الأنواع الخنثى **مثل** القواقع والديدان .

٦- التضاعف الصبغى فى الإنسان مميت ويسبب اجهاض للأجنة ؛ ومع ذلك يوجد فى بعض خلايا الكبد والبنكرياس .



أولا:- القوانين

١- A=T ٢- G=C **أى أن :** A+G = C+T=1

$C \div G = T \div A = 1$ $\frac{G-A}{c-T} = 1$ $\frac{G\times A}{C\times T} = 1$

A+G+T+C=100% T+C=50% A+G=50%

مجموع البريميدينات ÷مجموع البيورينات = ١

إذا كان تتابع القواعد النيتروجينية فى جزء من أحد الشريطين هو :

(5`....A-A-T-C-C....3`)

فإن قطعة الشريط التى تتكامل معه يكون ترتيب قواعدها النيتروجينية هو :

(3`....T-T-A-G-G....5`)

٣- عدد النيوكليوتيدات = عدد القواعد النيتروجينية = عدد مجموعات الفوسفات .

٤- عدد مجموعات الفوسفات الحرة فى اللولب المزدوج = ٢

٥- عدد اللفات فى DNA = $\frac{\text{عدد النيوكليوتيدات على الشريطين}}{20}$

= عدد النيوكليوتيدات على الشريط الواحد / 10

٦- طول جزئ DNA = عدد النيوكليوتيدات × ٠.٣٤ نانو متر .

ملحوظة :- طول النيوكليوتيدة الواحدة = ٠.٣٤ نانو متر .

٧- عدد اللفات فى الجزئ أو الشريط = طول الجزئ / 3.4

مثال ١ :- إذا كانت نسبة الأدينين ٢٢% فكم تكون نسبة السيتوزين ؟

الإجابة :

حيث أن (A=T) ∴ نسبة الثايمين ٢٢% وحيث أن C+T= ٥٠%

نسبة السيتوزين = ٥٠% – ٢٢% = ٢٨ %

مثال ٢ :- فى الإنسان نسبة A = ٣٠.٩% ؛ G=19.9% ؛ C= 19.8% فكم تكون نسبة T

الإجابة :

حيث أن C+T =٥٠%

∴ نسبة الثايمين = ٥٠% – ١٩.٨% = ٢٩.٤ %

مثال ٣ :- إذا علمت أن نسبة الأدينين فى البكتيريوفاج = ٢٦% احسب نسبة كلا من :

الإجابة :

حيث أن (A=T) ∴ نسبة T= ٢٦%

وحيث أن C+T= ٥٠% ∴ نسبة C= ٥٠% – ٢٦% = ٢٤%

وحيث أن (G=C) ∴ نسبة G= ٢٤%

مثال ٤ :- إذا علمت أن نسبة(A) على أحد شريطى DNA ١٠% ونسبة (T) على نفس الشريط ٢٠% احسب نسبة السيتوزين فى اللولب المزدوج

الإجابة :

عندك فى هذا الشريط قاعدة واحدة A من العشرة [١٠%]؛ وقاعدتين T أى سيكون فيه قاعدتين A

[أى ٢٠%] الخطأ كل الخطأ هنا أن تجمع نسبة ١٠% فى الشريط الأول + ٢٠% فى نفس الشريط ولكن

نأتى بمتوسطهما يعنى ٢٠+١٠ يساوى ٣٠ ونقسم على ٢ يساوى ١٥ % ∴ A+G=50%

15–50 = ٣٥%	أي يصبح G= ٣٥%	∴ G=C	السيتوزين = ٣٥%

مثال ٥ :- إذا كانت نسبة الأدينين تساوى ١٥ % أوجد نسبة الجوانين ؟

الإجابة :

الأدينين = ١٥ %	∴الثايمين = ١٥ %

∴ الأدينين + الثايمين = ١٥+١٥= ٣٠%	∴١٠٠% – ٣٠% = ٧٠%

∴ نسبة الجوانين G = $\frac{70}{2}$= ٣٥%

∴ نسبة الجوانين = نسبة السيتوزين = ٣٥ %

مثال ٦ :- إذا كان لديك قطعة من DNA تتكون من ٢٠٠٠ نيوكليوتيدة (ممكن يقولك قاعدة نيتروجينية ما فيش مشاكل هما الاتنين زى بعض عادى) احسب عدد اللفات ؟

الإجابة :

لو بصيت مش هتلاقيه قايلك كلمة (زوج او ازواج)	∴ نقسم على ٢٠

عدد اللفات = $\frac{2000}{20}$ = ١٠٠ لفة .

مثال ٧ :- إذا كان لديك قطعة من DNA تتكون من ٢٠٠٠ زوج من القواعد النيتروجينية احسب عدد اللفات ؟

الإجابة :

لو بصيت هتلاقيه قالك زوج	∴عدد اللفات = $\frac{2000}{100}$ = ٢٠٠ لفة

مثال ٨ :- إذا كان جزئ من DNA يحتوى على ١٠٠٠ من القواعد المختلفة فإذا كانت نسبة قواعد الأدينين تمثل ٢٠% فكم يكون عدد القواعد المختلفة فى هذا الجزئ ؟

الإجابة :

عدد قواعد الأدينين = ١٠٠٠ × ٢٠ % = ٢٠٠ قاعدة

وحيث أن A=T ∴ عدد قواعد الثايمين = ٢٠٠ قاعدة

وحيث أن A+G= ٥٠% من مجموع القواعد .

∴ نسبة الجوانين = ٥٠% – ٢٠% = ٣٠% = ١٠٠٠ ×٣٠% = ٣٠٠ قاعدة

وبالتالى تكون عدد قواعد السيتوزين = ٣٠٠ قاعدة

مثال ٩ :- إذا كان لديك قطعة من جزئ DNA طولها = ٠.٦٨ ميكرون (الميكرون = ١٠٠٠ نانو متر) ونسبة الأدينين = ٢٢ % احسب عدد القواعد الكلية الموجودة فى الجزئ وعدد كل نوع من هذه القواعد وعدد لفات الجزئ ؟

الإجابة :

١) بما أن : سمك الدرجة الواحدة = ٠.٣٤ نانو متر وحيث أن اللفة الواحدة تحتوى على عشر درجات (نيوكليوتيدات)

∴ طول اللفة الواحدة = ٠.٣٤ × ١٠ = ٣.٤ نانومتر

∴ عدد لفات جزئ DNA = طول قطعة DNA بالنانومتر ÷ طول اللفة الواحدة

3.4÷0.68×1000 = ٢٠٠ لفة

٢) بما أن كل درجة من جزئ DNA تحتوى على زوج من القواعد المتزواجة ؛ وسمك هذه الدرجة = ٠.٣٤ نانومتر

∴ عدد أزواج القواعد فى الجزئ = ١٠٠٠×٠.٦٨ ÷ ٠.٣٤ = ٢٠٠٠ زوج من القواعد

∴ عدد القواعد الكلية = ٤٠٠٠ قاعدة

∴ عدد قواعد الأدينين = ٤٠٠٠×٢٢% = ٨٨٠ قاعدة

وحيث أن T=A ∴ عدد قواعد الثايمين = ٨٨٠ قاعدة

أما الجوانين والسيتوزين فكل منهما = ٢٠٠٠ - ٨٨٠ = ١١٢٠ قاعدة

خلي بالك !!!

روابط هيدروجينية ثلاثية يعنى (G-C) روابط هيدروجينية ثنائية (A-T)

مثال ١٠ :- جين يحتوى على ٤٠٠ قاعدة نيتروجينية ؛ احسب عدد النيوكليوتيدات الموجودة فى هذا الجين ؛ وما عدد اللفات التى يتكون منها هذا الجين ؟

الإجابة :

١) حيث أن كل نيوكليوتيدة تحتوى على أحد القواعد النيتروجينية .

∴ عدد النيوكليوتيدات الموجودة فى الجين = عدد القواعد النيتروجينية = ٤٠٠

٢) حيث أن الجين عبارة عن لولب مزدوج الشريط .

∴ كل شريط يتكون من ٢٠٠ نيوكليوتيدة تتكامل مع ال ٢٠٠ فى الشريط المقابل .

٣) وحيث أن اللفة الواحدة تتكون من ١٠ نيوكليوتيدات

∴ عدد اللفات التى يتكون منها هذا الجين = ٢٠٠ ÷ ١٠ = ٢٠ لفة

مثال ١١ :- قطعة من جزئ DNA مكونة من ٤٢٠٠٠٠ زوج من النيوكليوتيدات المتكاملة احسب ما يلى

المطلوب + الإجابة :

١) طول الشريط الواحد من هذه القطعة ؟

٠.٣٤ × ٤٢٠٠٠٠ = ١٤٢٨٠٠ نانومتر

٢) عدد لفات الشريط الواحد من القطعة ؟

٤٢٠٠٠٠ ÷ ١٠ = ٤٢٠٠٠ لفة

٣) عدد الجينات الموجودة بالقطعة (بفرض أن الجين الواحد مكون من ١٠٠٠ زوج من النيوكليوتيدات المتكاملة) ؟

عدد الجينات = ٤٢٠٠٠٠ ÷ ١٠٠٠ = ٤٢٠ جين

٤) عدد درجات سلم DNA المكون لهذه القطعة ؟

عدد درجات السلم = عدد القواعد النيتروجينية = ٤٢٠٠٠٠ درجة

مثال ١٢:- تحتوى أنوية الخلايا المنوية الأولية كمية DNA تساوى .... كمية DNA الموجودة فى خلايا سرتولى .

(ربع – نصف – ثلث – واحد) كل من الخلايا المنوية الأولية وخلايا سرتولى (٢ن) إذا يتساويان فى كمية DNA .

مثال ١٣ :- لولب مزدوج من DNA به ٨٠٠ قاعدة نيتروجينية فإذا علمت أن نسبة الجوانين ٢٠%
فاحسب ما يلى ؟

المطلوب + الإجابة :

١) قواعد الثايمين فى اللولب المزدوج ؟

عدد قواعد الجوانين = $\frac{20}{100}$ × ٨٠٠ = ١٦٠ قاعدة

عدد قواعد الثايمين = $\frac{320-800}{2}$ = ٢٤٠ قاعدة

٢) اللفات الكاملة ؟

عدد اللفات الكاملة = ٤٠٠ ÷ ١٠ = ٤٠ لفة كاملة

٣) طول اللولب المزدوج ؟

طول اللولب المزدوج = ٠.٣٤ × ٤٠٠ = ١٣٦ نانومتر

مثال ١٤ :- إذا كانت $\frac{7}{3}$ = $\frac{A}{G}$ فى أحد جزئيات DNA فى كائن فما هى نسبة (C) فى هذا الجزئ ؟

الإجابة :

نفترض أن نسبة القواعد النيتروجينية هى عددها

بمعنى أن عدد قواعد الأدينين = ٧　　　　∴ عدد قواعد الثايمين = ٧

وعدد قواعد الجوانين =٣　　　　∴ عدد قواعد السيتوزين = ٣

∴ عدد القواعد الكلية = ٧+٧+٣+٣ = ٢٠

∴ نسبة (C) من عدد القواعد الكلية = $\frac{3}{20}$ = ١٥ %

مثال ١٥ :- عدد النيوكليوتيدات التى توجد فى شريط DNA يحتوى على ٥٠ قاعدة نيتروجينية يساوى...... (٥٠ - ١٠٠ - ١٥٠ - ٢٠٠)

مثال١٦ :- النسبة بين كمية DNA فى خلايا الرحم وكمية DNA فى خلايا الكلى ....

(٢:١ - ١:١ - ٣:١ - ٤:١) كمية DNA فى خلايا الرحم تساوى كمية DNA فى خلايا الكلى .



أولاً:- أنواع البروتينات

البروتينات التركيبية	البروتينات التنظيمية
البروتينات التى تدخل فى تراكيب محددة فى الكائن الحى .	البروتينات التى تنظم العمليات الحيوية فى الكائن الحى .
مثل : ١- **الأكتين والميوسين** : يدخلان فى تركيب العضلات . ٢- **الكولاجين** : يدخل فى تركيب الأنسجة الضامة . ٣- **الكيراتين** : يدخل فى تركيب الجلد والشعر والحوافر والقرون والريش .	**مثل :** ١- **الإنزيمات** : تنشط التفاعلات الكيميائية فى الجسم ٢- **الهرمونات** : تنظم الاستجابة للتغيرات فى بيئته الداخلية والخارجية . ٣- **الأجسام المضادة** : تكسب الجسم مناعة ضد الميكروبات .

تركيب البروتينات :

١- يدخل فى تركيبها ٢٠ حمض أمينى .

٢- ترتبط الأحماض الأمينية بروابط ببتيدية فى تفاعل نازع للماء لتكوين بوليمر (سلسلة عديد الببتيد) .

٣- ترتبط البوليمرات (سلاسل عديد الببتيد) ببعضها البعض لتكوين البروتين .

ما هى أسباب اختلاف البروتينات عن بعضها ؟

١- اختلاف أعداد وأنواع وترتيب الأحماض الأمينية فى البوليمرات .

٢- اختلاف عدد البوليمرات التى تكون البروتين .

٣- الروابط الهيدروجينية الضعيفة التى تعطى جزئ البروتين شكله المميز .

تركيب الحمض الأمينى :

ذرة كربون تتصل به :

١- مجموعة أمين (NH_2) .

H
R — C — COOH
NH₂

٢- مجموعة كربوكسيل (COOH) .

٣- ذرة هيدروجين (H) .

٤- مجموعة ألكيل (R) تختلف باختلاف الحمض الأمينى .

ملحوظة :

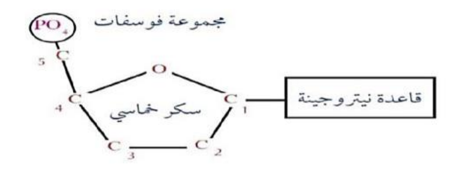
١- توجد مجموعة الألكيل (R) فى ١٩ حمض أمينى فقط .

٢- حمض **الجلايسين** يحتوى على ذرة H بدل من مجموعة R .

الحمض الأمينى :- الوحدة البنائية الأساسية للبروتين .

ثانيا:- الحمض النووى الريبوزى RNA

يتركب من وحدات تسمى نيوكليوتيدات ؛ وكل نيوكليوتيدة تتكون من :



١- جزئ سكر خماسى الكربون (سكر الريبوز) .

٢- مجموعة فوسفات مرتبطة بذرة الكربون رقم (٥) .

٣- قاعدة نيتروجينية ترتبط بذرة الكربون رقم (١) .

أنواع القواعد النيتروجينية :

(أ) البيورينات : ذات الحلقتين وهما الأدينين (A) و الجوانين (G) .

(ب) البريميدينات : ذات الحلقة الواحدة وهما السيتوزين (C) و اليوراسيل (U) .

أنواع الأحماض النووية RNA

(أ) حمض mRNA الرسول

نسخ mRNA :

١- ينسخ mRNA من أحد شريطى DNA .

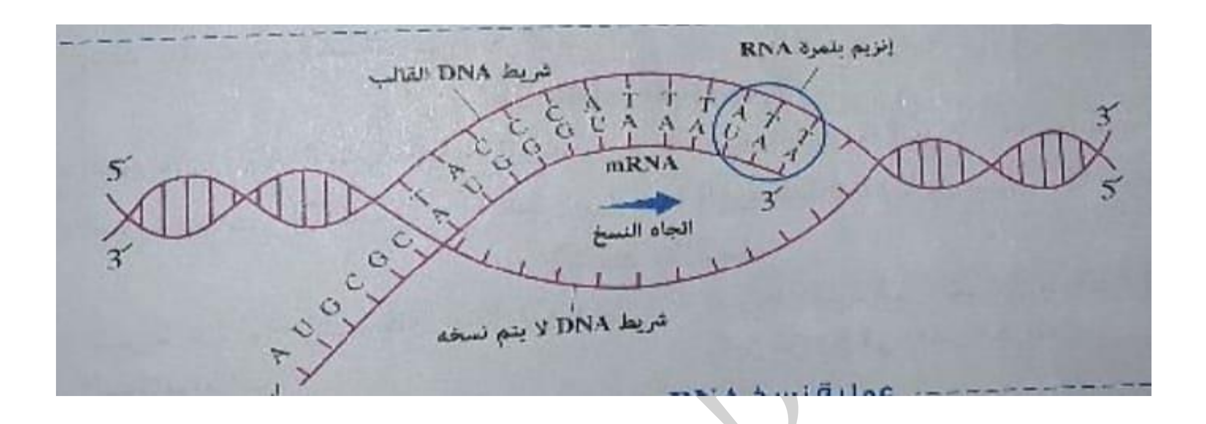
٢- ينفصل شريطى DNA عن بعضهما ؛ حيث يعمل الشريط ٣` ⟵ 5` كقالب لبناء mRNA فى اتجاه 5` ⟵ 3` .

٣- يرتبط إنزيم بلمرة RNA بتتابع للنيوكليوتيدات على DNA يسمى **المحفز** .

المحفز :- تتابع للنيوكليوتيدات على DNA يوجه إنزيم بلمرة mRNA إلى الشريط الذى سينسخ منه mRNA .

٤- يوجه المحفز إنزيم بلمرة RNA إلى الشريط الذى سينسخ منه mRNA .

٥- يتحرك الإنزيم على امتداد جزئ DNA لربط نيوكليوتيدات mRNA ببعضها البعض .



اختلاف عملية نسخ RNA عن عملية تضاعف DNA :

١- تضاعف DNA لا يقف الا بعد نسخ كل DNA الخلية ؛ بينما نسخ RNA يتم لجزء فقط من DNA الذى يحمل الجين .

٢- تضاعف DNA يحدث لشريطى DNA ؛ بينما نسخ RNA يتم من خلال شريط واحد فقط من DNA فى اتجاه `3 ⟵ `5 ويتم نسخ قطعة منه وليس كله .

اختلاف نسخ mRNA فى أوليات النواة وحقيقيات النواة :

نسخ mRNA فى أوليات النواة	نسخ mRNA فى حقيقيات النواة
يوجد إنزيم بلمرة واحد فقط ينسخ الأنواع الثلاثة من RNA .	يوجد إنزيم بلمرة خاص لنسخ كل نوع من RNA .
يتم ترجمة mRNA الى بروتين بمجرد بناءه من DNA .	لا يتم ترجمة mRNA الى بروتين الا بعد الانتهاء من بناءه .
ترتبط الريبوسومات ببداية mRNA وتبدأ فى ترجمته الى بروتين بينما يكون الطرف الأخر منه ما زال فى مرحلة البناء والنسخ من DNA القالب .	يتم تكوينه فى النواة ثم ينتقل الى السيتوبلازم من خلال ثقوب الغشاء النووى ؛ ثم يرتبط بالريبوسومات فى السيتوبلازم ويترجم إلى بروتين .

تركيب جزئ mRNA :

AUG UAG AAAAAA

١- **موقع الارتباط بالريبوسوم :** فى بداية الجزئ عند الطرف ٥ .

٢- **كودون البدء AUG** : يكون متجها لأعلى فى الوضع الصحيح .

٣- **كودون الوقف UAA** أو **UAG** أو **UGA** : فى نهاية الجزئ .

٤- **ذيل عديد الأدينين AAAAAA** : لا يمثل شفرة ويتكون من ٢٠٠ أدينوزين .

أضف إلى معلوماتك :

الأدينوزين هو قاعدة أدينين مرتبطة بسكر الريبوز ولكنه ليس نيوكليوتيدة لعدم احتوائه على مجموعة فوسفات .

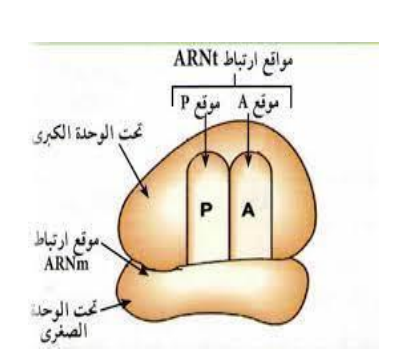
أهمية ذيل عديد الأدينين AAAAAA :

حماية جزئ mRNA من التحلل بواسطة الإنزيمات الموجودة بالسيتوبلازم .

(ب) حمض rRNA الريبوسومى

وظيفة r-RNA :

-يدخل ٤ أنواع مختلفة منه مع حوالى ٧٠ نوع من عديد الببتيد فى بناء الريبوسومات .



تركيب الريبوسوم :

١- **تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة وتحتوى على موقعين :**

- **الأول :** موقع الببتيديل (P) .
- **الثانى :** موقع الأمينو أسيل (A) .



٢- **تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة وترتبط بجزئ mRNA فى بداية تخليق البروتين .**

بناء الريبوسومات فى حقيقيات النواة :

١- يتم فى النوية داخل النواة ؛ ويتم بناء آلاف الريبوسومات فى الساعة .

٢- يتم بناء الريبوسومات بمعدل سريع جدا لاحتواء النواة على أكثر من ٦٠٠ نسخة من جينات r-RNA الريبوسومى الذى يشترك فى بناء الريبوسومات التى تحتاج اليها الخلية بكثرة .

٣- يتم بناء البروتينات التى تدخل فى تركيب الريبوسومات فى السيتوبلازم ثم تنتقل عبر الغشاء النووى الى داخل النواة .

٤- أثناء عملية بناء البروتين يحدث تداخل بين mRNA و r-RNA .

ملحوظة :

١- عندما لا يكون الريبوسوم قائم بعمله ؛ تنفصل تحت الوحدتين عن بعضهما ؛ وقد يرتبط كل منهما بتحت وحدة أخرى من النوع المقابل عند بداية بناء البروتين مرة أخرى .

(ج) حمض t-RNA الناقل

وظيفة t-RNA :

١- يقوم بحمل ونقل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات أثناء عملية تكوين البروتين .

٢- لكل حمض آمينى نوع خاص من t-RNA يقوم بالتعرف عليه ثم نقله .

موقع ارتباط الحمض الأميني

مضاد الكودون

حمض t-RNA الناقل

نسخ t-RNA :

ينسخ من جزئ DNA حيث توجد جينات t-RNA على شكل تجمعات ٨:٧ جينات على نفس الجزء .

الشكل العام لجزئ t-RNA :

أهم موقعان على جزئ t-RNA لهما دور فى بناء البروتين هما :

١- موقع ارتباط t-RNA بالحمض الأمينى الخاص به ؛ وهو التتابع CCA عند الطرف ٣` .

٢- موقع مقابل (مضاد) الكودون الذى تتزواج قواعده مع كودونات mRNA مما يسمح للحمض الأمينى المحمول على t-RNA بالدخول فى المكان المحدد له فى سلسلة عديد الببتيد .

ملحوظة :

الأحماض الأمينية التى لها أكثر من شفرة يكون لها أكثر من نوع t-RNA لذا يكون عدد t-RNA أكثر من عشرين .

ثالثا:- تخليق البروتين

الشفرة الوراثية (الكودون) :- تتابع للنيوكليوتيدات فى ثلاثيات على mRNA والتى تم نسخها من أحد شريطى DNA .

الشفرة الوراثية عالمية أو عامة ؟

لأن نفس الكودونات تمثل شفرات لنفس الأحماض الأمينية فى جميع الكائنات الحية .

- يوجد كودون واحد لبدأ بناء البروتين يسمى كودون البدء (AUG) وهو يمثل شفرة حمض الميثيونين .
- يوجد ثلاث كودونات لوقف بناء البروتين تسمى كودونات الوقف وهى (UAA:UAG:UGA) تعطى إشارة عند النقطة التى تقف عندها عملية بناء البروتين ؛ وهو كودونات لا تمثل شفرة لأحماض أمينية .

❖ قد تم الوصول إلى الشفرات الخاصة بكل حمض أمينى والتى أطلق عليها اسم كودونات .

الكودون :-

شفرة وراثية تتكون من ثلاثة نيوكليوتيدات على شريط mRNA .



(أ) بدء عملية الترجمة

١- ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة بجزئ mRNA من جهة الطرف ٥` بحيث يكون أول كودون AUG متجه لأعلى .

٢- تتزواج قواعد مضاد الكودون (UAC) على جزئ t-RNA الخاص بحمض **الميثيونين** مع كودون AUG .

٣- ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة بالمركب (تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة + mRNA +t-RNA) وتبدأ تفاعلات بناء البروتين .

(ب) استطالة سلسلة عديد الببتيد

١- يرتبط مضاد كودون t-RNA أخر بالكودون التالى على mRNA فى موقع (A) الأمينوأسيل حامل الحمض الأمينى الثانى فى السلسلة .

٢- يحدث تفاعل نقل الببتيديل .

تفاعل نقل الببتيديل :-

تفاعل كيميائى يحدث فى الريبوسوم فى موقع الببتيديل (P) ينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية بين حمض أمينى الذى يليه بمساعدة إنزيم منشط للتفاعل .

٣- يتحرك الريبوسوم على امتداد جزئ mRNA وتبدأ دورة جديدة ويكرر ما سبق .

(ج) توقف عملية بناء البروتين

١- عندما يصل الريبوسوم الى كودون وقف على mRNA حيث يرتبط عامل الإطلاق بكودون الوقف ؛ فيترك الريبوسوم جزئ mRNA وتنفصل تحت وحدتا الريبوسوم عن بعضهما البعض .

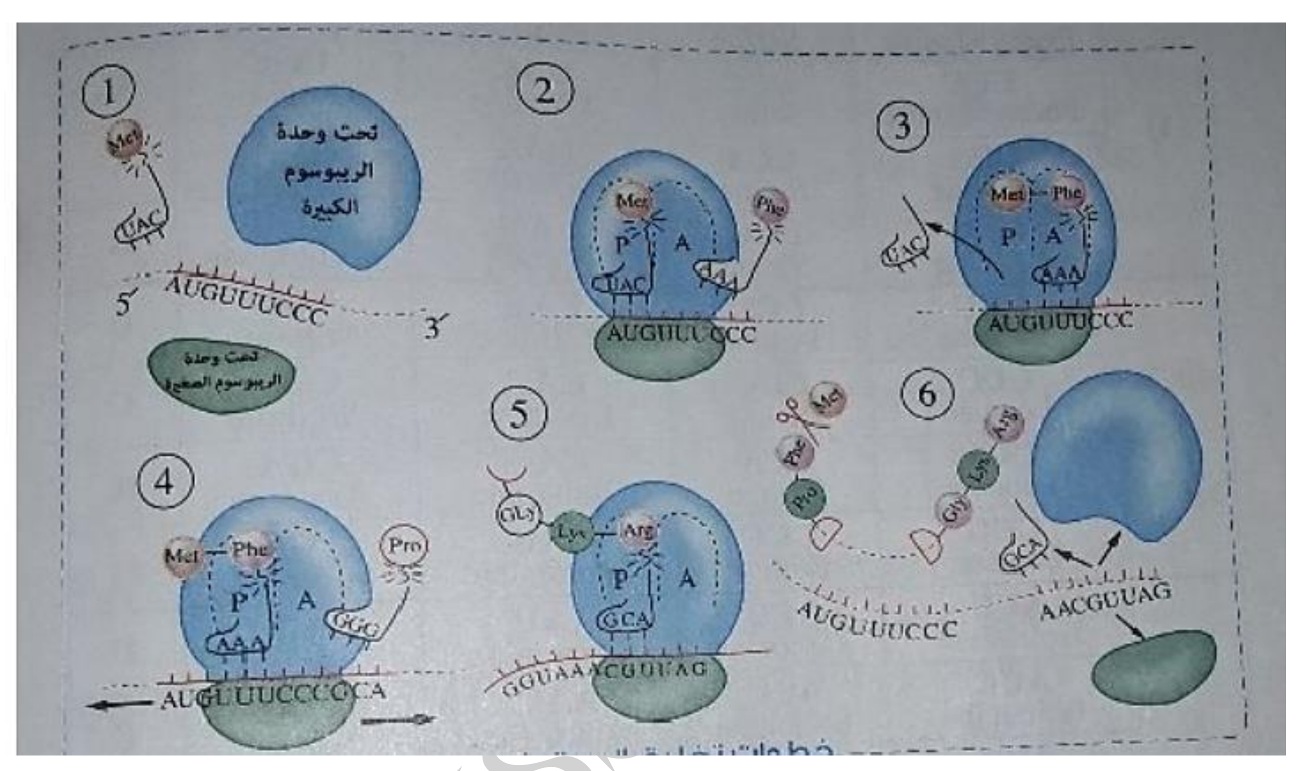
عامل الإطلاق :-

هو بروتين يرتبط بكودون الوقف على جزئ mRNA مما يجعل الريبوسوم يترك جزئ mRNA وتنفصل تحت وحدتا الريبوسوم عن بعضهما البعض وتتحرر سلسلة عديد الببتيد المتكونة .

٢- عادة ما يتصل بجزئ mRNA عدد من الريبوسومات قد يصل إلى ١٠٠ ريبوسوم ويسمى عديد الريبوسوم .

عديد الريبوسوم :- اتصال جزئ mRNA واحد بعدد من الريبوسومات قد يصل إلى المائة ريبوسوم يترجم كل منها الرسالة بمروره على mRNA .

٣- بمجرد بروز الطرف ٥` لجزئ mRNA من ريبوسوم يرتبط به ريبوسوم أخر لتبدأ دورة جديدة فى بناء البروتين .





أهم إنجازات الهندسة الوراثية:-

١- عزل جين مرغوب فيه وتكوين ملايين النسخ منه داخل خلية بكتيرية أو خلية خميرة .

٢- تحليل أى جين لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات فيه .

٣- نقل جينات وظيفية من خلايا إلى خلايا أخرى (نباتية أو حيوانية) .

٤- بناء جزئيات DNA حسب الطلب ؛ قام العالم **خورانا** بإنتاج جين صناعى وإدخاله داخل خلية بكتيرية .

٥- استخدام DNA المعد صناعيا فى تجارب تخليق البروتين .

أولا:- تهجين DNA

الأساس العلمى لتهجين DNA : ١- عند رفع درجة حرارة جزئ DNA إلى ١٠٠°م ← تتكسر الروابط الهيدروجينية فقط التى تربط القواعد النيتروجينية ويتكون شريطان مفردان غير ثابتين .

٢- عند خفض درجة حرارة جزئ DNA السابق ← تتحد الأشرطة المفردة ببعضها لتكوين لولب مزدوج من جديد حيث تميل إلى الوصول لحالة الثبات .

٣- كلما زادت الحرارة اللازمة لفصل الشريطين دل ذلك على شدة التصاق الشريطين .

كيفية تكوين DNA هجين :

١- مزج أحماض أمينية من مصدرين مختلفين من الكائنات الحية .

٢- ترفع درجة الحرارة إلى ١٠٠ °م فتنفصل جزئيات DNA إلى أشرطة مفردة .

٣- يبرد الخليط فيحدث ازدواج للقواعد المتكاملة بين الشريطين ؛ فتتكون لوالب مزدوجة أصلية ولوالب مزدوجة مهجنة .

DNA المهجن:-

لولب مزدوج يتكون من شريطين أحدهما من كائن حى والشريط المتكامل معه من كائن حى آخر .

استخدمات DNA الهجين :

١- الكشف عن وجود جين معين ؛ وتحديد كميته فى المحتوى الجينى لعينة ما ... حيث :

(أ) يحضر شريط مفرد يتكامل مع احد أشرطة الجين باستخدام نظائر مشعة .

(ب) يخلط هذا الشريط مع المحتوى الجينى للعينة غير المعروفة .

(ج) ترفع درجة الحرارة إلى ١٠٠ °م ثم يترك الخليط ليبرد للحصول على DNA هجين .

(د) يستدل على وجود الجين ؛ وكميته بالسرعة التى تتكون بها اللوالب المزدوجة المشعة .

٢- تحديد العلاقات التطورية بين الأنواع المختلفة من الكائنات الحية :

(أ) كلما تشابه DNA بين نوعين من الكائنات الحية ؛ وزادت درجة التهجين بينهما كلما كانت العلاقة بينهما أقرب .

ثانيا:- إنزيمات القصر (القطع) البكتيرية

إنزيمات القصر :-

هى إنزيمات بكتيرية تتعرف على مواقع معينة على جزئ DNA الفيروسى الغريب وتهضمه إلى قطع عديمة القيمة .

تنتشر إنزيمات القصر فى الكائنات الدقيقة حيث تم فصل ما يزيد عن ٢٥٠ نوع من إنزيمات القصر .
لا توجد إنزيمات القصر فى سلالة بكتيريا إيشيريشيا كولاى (E.coli) لذلك تنمو الفيروسات داخلها **مثل** الفاج .

علل :- لا تهاجم إنزيمات القصر DNA البكتيرى ؟

لأن البكتيريا تكون إنزيمات معدلة تقوم بإضافة مجموعة ميثيل (CH3) إلى النيوكليوتيدات فى مواقع جزئ DNA البكتيرى التى تتماثل مع مواقع التعرف على DNA الفيروسى .

أهمية إنزيمات القصر :

١- وسيلة لقص DNA إلى قطع معلومة النيوكليوتيدات تاركة **أطراف لاصقة** متكاملة يمكنها أن تتزواج مع قواعد أطراف لاصقة لشريط DNA أخر تم معاملته بنفس **إنزيم القصر** .

٢- يتم ربط الشريطين معا إلى شريط واحد بواسطة إنزيم **الربط** فيمكن لصق قطعة معينة من جزئ DNA بقطعة أخرى من جزئ DNA أخر .

كيفية عمل إنزيمات القصر :

١- يتعرف إنزيم القصر على تتابع معين للنيوكليوتيدات على شريطى DNA الفيروسى مكون من ٤:٧ نيوكليوتيدات يسمى **موقع التعرف** .

٢- يقص إنزيم القصر جزئ DNA عند موقع التعرف بحيث يكون تتابع القواعد على شريطى DNA عند موقع القطع هو نفسه عندما يقرأ فى اتجاه `٣ .

٣- **لإنزيم القصر** القدرة على قطع جزئ DNA بغض النظر عن مصدره ما دام على تتابعات التعرف .

موقع التعرف :-

تتابع معين مكون من (٤:٧) نيوكليوتيدات بشريطى DNA يتعرف عليه إنزيم القصر فيقص جزئ DNA عنده أو بالقرب منه ويكون تتابع القواعد النيتروجينية على أحد الشريطين هو نفسه على الشريط الأخر `5 ⟵ `٣ .

ثالثا:- استنساخ DNA

طرق الحصول على DNA المراد نسخه

(أ) فصل DNA من المحتوى الجينى للخلية

باستخدام **إنزيمات القصر** يتم قص DNA والحصول على ملايين القطع التى يمكن لصقها ببلازميدات أو فاج لاستنساخها .

(ب) استخدام mRNA

١- يتم عزل mRNA من الخلايا التى يكون بها الجين نشط مثل خلايا البنكرياس (تكون الأنسولين) أو الخلايا المولدة لكرات الدم الحمراء (تكون الهيموجلوبين) ..علل؟

بسبب وجود كمية كبيرة من mRNA الذى يحمل الرسالة اللازمة لبناء هذه البروتينات .

٢- يتم استخدام mRNA كقالب لبناء شريط DNA الذى يتكامل معه بإستخدام **إنزيم النسخ العكسى** .

٣- يتم تكوين شريط DNA المتكامل مع الشريط السابق بواسطة إنزيم بلمرة DNA فنحصل على لولب مزدوج من DNA .

ملحوظة هامة :

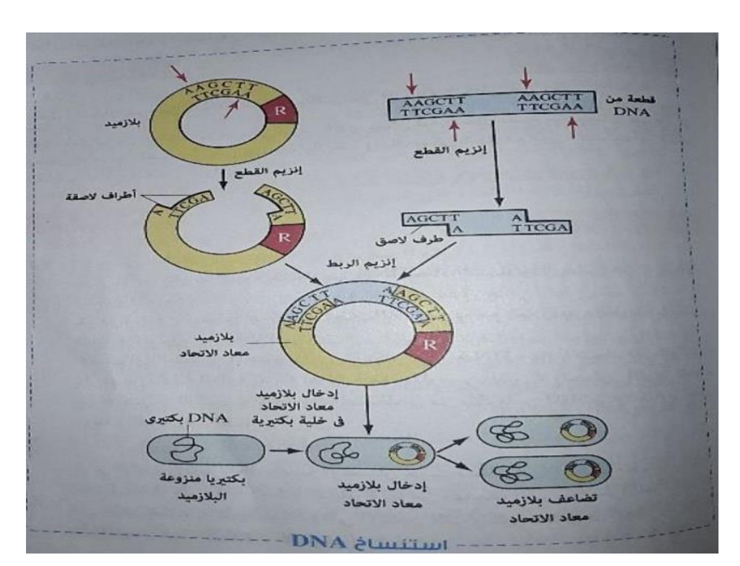
توجد شفرة إنزيم النسخ العكسى فى الفيروسات التى محتوها الجينى RNA ..علل ؟

∴ لكى تتمكن من تحويل مادتها الوراثية من RNA إلى DNA حتى ترتبط مع DNA لخلية العائل وتضمن تضاعفها .



(أ) استخدام البلازميد أو الفاج

١- يتم تحضير DNA (الهجين) المراد استنساخه .
٢- يتم معاملة الجين **بإنزيمات القصر** تؤدى إلى قطعة تاركة أطراف لاصقة .
٣- يتم عزل البلازميد من خلية بكتيرية .
٤- يتم معاملة البلازميد بنفس **إنزيمات القصر** حتى تتعرف على نفس مواقع التعرف وتقوم بالقطع عندها تاركة نفس **الأطراف اللاصقة** .
٥- يتم خلط قطع DNA وقطع البلازميد فتتزواج النهايات اللاصقة مع بعضها .



٦- يتم ربط الاثنين بإستخدام **إنزيم الربط** .

٧- يتم إضافة البلازميد إلى مزرعة بكتيرية أو خلايا فطر الخميرة

٨- مع انقسام الخلية البكتيرية أو خلية فطر الخميرة تتضاعف البلازميدات مع المحتوى الجينى للخلية .

٩- يتم تحرير البلازميدات ويتم إطلاق قطع DNA (الجين) من البلازميدات وذلك بمعاملتها بنفس إنزيمات القصر .

١٠- يتم عزل الجينات المستنسخة بالطرد المركزى وبالتالى يمكن تحليلها لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات بها أو زراعتها فى خلايا أخرى .

(ب) استخدام جهاز PCR

١- يقوم الجهاز بمضاعفة قطع DNA آلاف المرات خلال دقائق معدودة .

٢- يستخدم إنزيم **تاك بوليميرز** الذى يعمل عند درجة حرارة مرتفعة لاستنساخ DNA .

رابعا:- DNA معاد الاتحاد

DNA معاد الاتحاد: - هى عملية إدخال جزء من DNA الخاص بكائن حى إلى خلايا كائن حى أخر.

التطبيقات العلمية لتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد

(أ) فى مجال الطب

١- إنتاج هرمون الأنسولين البشرى لعلاج مرضى السكر :

يتم زراعة الجين الخاص بإفراز الأنسولين مع البلازميد داخل خلايا بكتيرية فتصبح البكتيريا منتجة للأنسولين .

الأنسولين المخلق جينيا أفضل لبعض المرضى الذين لا يتحملون الفروق الطفيفة بين الأنسولين البشرى والأنسولين المستخلص من بنكرياس المواشى والخنازير بعملية طويلة وباهظة التكاليف .

٢- إنتاج الإنترفيرونات :

تم دراسة الإنترفيرونات سابقا فى فصل المناعة وعلمت أنها توقف تضاعف الفيروسات وبالأخص التى يتكون محتواها الجينى من RNA مثل فيروس شلل الأطفال والأنفلونزا .

تمكن الباحثون من إنتاج الإنترفيرونات بواسطة البكتيريا ؛ حيث تم إدخال ١٥ جين بشرى للإنترفيرونات داخل خلايا بكتيرية وبذلك أصبح متوفر ورخيص الثمن .

(ب) فى مجال الزراعة

١- قد يتمكن الباحثون الزراعيون من إدخال جينات مقاومة للمبيدات العشبية ولبعض الأمراض لنباتات المحاصيل .

٢- عزل ونقل الجينات الموجودة بالنباتات البقولية إلى نباتات محاصيل أخرى لا تستطيع استيعاب البكتيريا التى تقوم بتثبيت النيتروجين الجوى فى جذورها ؛ وبالتالى الاستغناء عن الأسمدة النيتروجينية عالية التكاليف والملوثة للمياه .

(ج) فى مجال التجارب والأبحاث

١- تمكن الباحثون من زرع جين لون الياقوت الأحمر للعيون من سلالة ذبابة الفاكهة فى خلايا مقرر أن تكون أعضاء تكاثرية لجنين من سلالة أخرى ؛ وعند نمو الجنين أنتج أفراد لها عيون ذات لون الياقوت الأحمر .

٢- تمكن الباحثون من إدخال جين يحمل شفرة هرمون النمو من فأر كبير أو إنسان إلى فئران صغيرة فنمت هذه الفئران إلى ضعف حجمها الطبيعى ؛ وانتقلت الصفة للأجيال التالية .

مخاطر DNA معاد الاتحاد

١- من المحتمل أن يتم إدخال جين مسئول عن إنتاج مادة سامة داخل خلايا بكتيرية و إطلاقها فى العالم .

٢- يعتقد العلماء أن الاحتمال السابق ضعيف لأن السلالات البكتيرية المستخدمة فى التجارب المعملية الأن أصبحت غير قادرة على الحياة إلا فى أنابيب الاختبار .

خامسا:- الجينوم البشرى

الجينوم البشرى :-

هو المجموعة الكاملة للجينات الموجودة على كروموسومات الخلية البشرية .

توصل العلماء إلى أن هناك ما بين ٦٠:٨٠ ألف جين فى الإنسان توجد على ٢٣ زوج من الكروموسومات.

ترتب الكروموسومات تنازليا حسب حجمها من رقم (١) إلى رقم (٢٣) ولا يخضع الكروموسوم (X) لهذا الترتيب .

يرتب زوج الكروموسومات الجنسية (X) و(Y) فى نهاية **الطرز الكروموسومى** ويحمل رقم (٢٣) .

أهمية واستخدامات الجينوم البشرى :

١- معرفة الجينات المسببة للأمراض الوراثية الشائعة والنادرة.

٢- معرفة الجينات المسببة لعجز بعض الأعضاء عن أداء وظائف الجسم .

٣- صناعة العقاقير والوصول إلى عقاقير بلا آثار جانبية .

٤- دراسة تطور الكائنات الحية ومدى العلاقات التطورية بين الأنواع المختلفة .

٥- تحسين النسل من خلال العمل على تعديل الجينات المرضية قبل ولادته .

٦- تحديد خصائص وصفات أى إنسان من خلال فحص خلية جسدية أو حيوان منوى منه ؛ فيمكن من معرفة الجينوم البشرى للشخص أن نرسم صورة بكل ملامح وجهه (أهمية جنائية فى عالم الجريمة) .

أمثلة لموضع بعض الجينات فى الإنسان :

الجين	البصمة	فصائل الدم	١- تكوين الأنسولين ٢- تكوين الهيموجلوبين	١- عمى الألوان ٢- الهيموفيليا
موضعه	الكروموسوم ٨	الكروموسوم ٩	الكروموسوم ١١	الكروموسوم X

DNA	RNA

أوجه التشابه

١- يتكون كل منهما من سلسلة طويلة غير متفرعة من وحدات بنائية من النيوكليوتيدات .

٢- تتكون كل نيوكليوتيدة من:-

سكر خماسى .   قاعدة نيتروجينية .   مجموعة فوسفات .

٣- ترتبط مجموعة الفوسفات بذرة الكربون رقم (٥) فى جزئ سكر إحدى النيوكليوتيدات وبذرة الكربون رقم (٣) فى جزئ سكر النيوكليوتيدة السابقة ليتكون هيكل سكر الفوسفات .

أوجه الاختلاف

	DNA	**RNA**
نوع السكر الخماسى	سكر الديوكسى (ينقصه ذرة أكسجين عن سكر الريبوز) .	سكر الريبوز
القواعد النيتروجينية	**البيورينات :** (أدينين A - جوانين G) . **البيريميدينات :** (ثايمين T - سيتوزين C) .	**البيورينات :** (أدينين A - جوانين G) . **البيريميدينات :** (يوراسيل U - سيتوزين C) .
عدد الأشرطة	شريط مزدوج من النيوكليوتيدات .	شريط مفرد من النيوكليوتيدات ولكنه قد يكون مزدوج فى بعض أجزائه .
مكان وجوده	يوجد داخل النواة	ينتقل من النواة إلى السيتوبلازم
الثبات	ثابت بشكل واضح فى الخلية (لا يتحلل)	يتم هدمه وإعادة بنائه باستمرار



١ - القوانين

- عدد نيوكليوتيدات RNA = عدد نيوكليوتيدات أحد شريطى DNA (الجين) .
- عدد الأحماض الأمينية فى عديد الببتيد = عدد كودونات mRNA – ١ (كودون الوقف) .

- عدد كودونات mRNA = عدد الأحماض الأمينية فى عديد الببتيد +١ (كودون الوقف) .
- أقل عدد من t-RNA يلزم لبناء عديد الببتيد = عدد أنواع الأحماض الأمينية .

- عدد الشفرات الوراثية على DNA = عدد الكودونات على mRNA = عدد جزئيات t-RNA (مضادات الكودون) –١ (كودون الوقف) .
- الشفرات الوراثية =٦٤

- جزئيات t-RNA =٦١ نوع (لعدم وجود t-RNA تحمل مضادات كودون لكودون الوقف) .
- الكودون (الشفرة) يتكون من ٣ نيوكليوتيدات على شريط mRNA وبالتالى :

$$\text{عدد الكودونات} = \frac{\text{مجموع نيوكليوتيدات } mRNA}{3}$$

- عند نسخ حمض mRNA من شريط DNA لابد أن يكون شريط DNA القالب فى اتجاه 3` ← ٥`

بحيث يكون شريط mRNA الذى يتم بناؤه فى اتجاه 5` ← 3`

- عدد القواعد النيتروجينية أو النيوكليوتيدات = عدد الأحماض الأمينية × ٣ + ٣ (الوقف) .

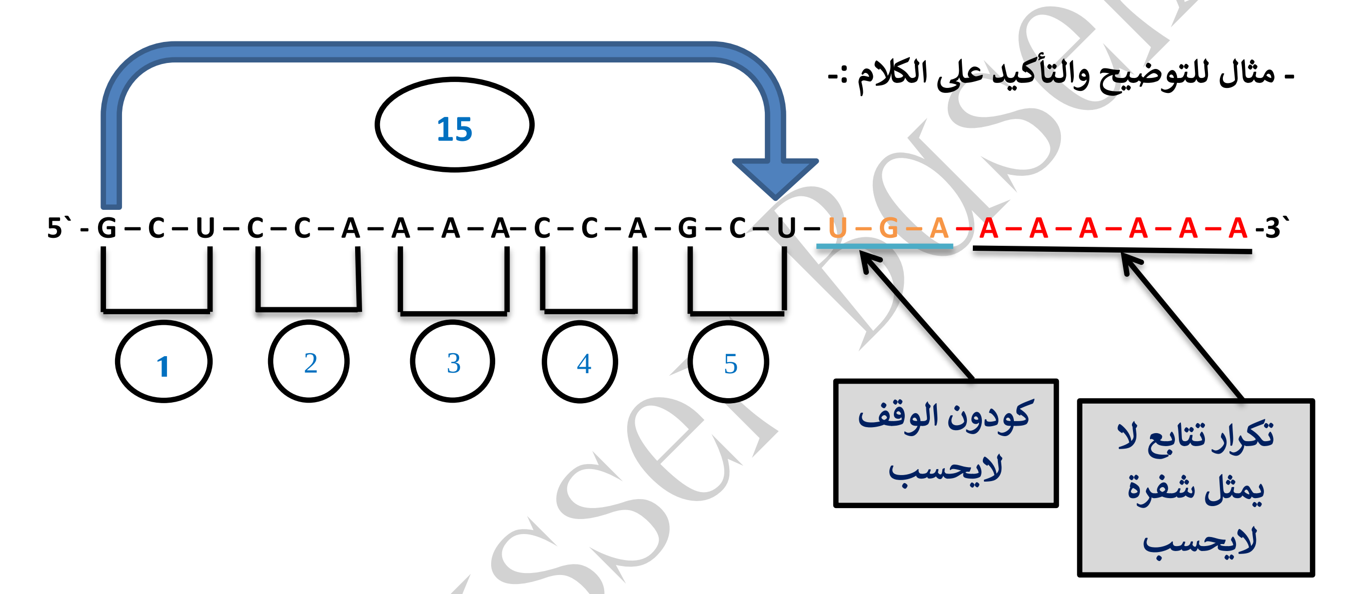
- عدد أنواع إنزيمات الربط =٢٠ نوع تعمل على إصلاح عيوب DNA .
- عدد جزئيات الماء المنزوعة = عدد الروابط الببتيدية .
- يكون إنزيم القصر قصرا عندما يقرأ لنفسه عند الطرفين ٣ ` .
- عدد جزئياتt-RNA =٦١ .

٢- المسائل

١- كيفية حساب عدد الأحماض الأمينية فى سلسلة عديد الببتيد :-

أ- لإيجاد عدد الأحماض الأمينية كل ثلاث نيوكليوتيدات يحسبوا بحمض أمينى واحد فقط ؛ أو تجمع عدد النيوكليوتيدات فى الشريط ويتم القسمة على ٣ ؛ أيضا التكرار الأكثر من ثلاث نيوكليوتيدات متتالية لا يحسب ؛ كودونات الوقف الثلاثة لاتحسب ؛ كودون البدء AUG يحسب .

- مثال للتوضيح والتأكيد على الكلام :-

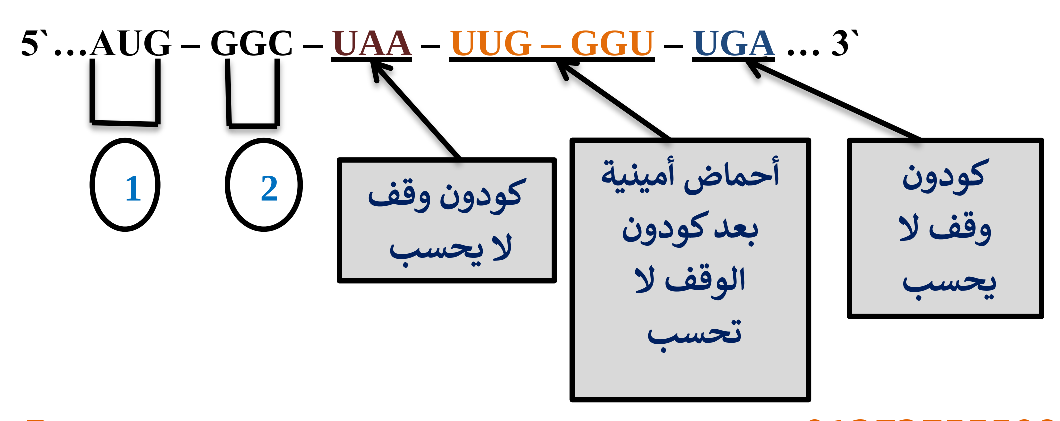


∴ إذن عدد الأحماض الأمينية = ٥ أحماض أمينية فقط .

حل ثانى :- ١٥ نيوكليوتيدة ÷ ٣ = ٥ أحماض أمينية فقط .

ب- لو جابلك كودون وقف فى منتصف الشريط لا يحسب ولا الأحماض الأمينية الى بعده تحسب لأن ده معناه إن البروتين خلاص تكون وحدات إيقاف لعملية تخليق البروتين .

- مثال للتوضيح والتأكيد على الكلام :-



∴ عدد الأحماض الأمينية = ٢ حمض أمينى فقط .

٢- كيفية حل مسائل إنزيمات القصر (القطع) البكتيرية :-

إذا كان تتابع القواعد النيتروجينية فى أحد أشرطة جزئ DNA :-

(5`- G – A – A – T – T - C - 3`)

ا- ما تتابع النيوكليوتيدات فى الشريط المكمل له .

ب- وضح موقع التعرف لإنزيم القطع على الشريط المزدوج الناتج .

ج- ما تأثير إنزيم القطع على الشريط المزدوج الناتج ؟

الإجابة كالتالى

أ- التتابع كالتالى :-

`٣- C – T – T – A – A – G -5`

ب- توضيح موقع التعرف كالتالى :-

5`..G – A – A – T – T – C ..3`

3`.. C – T – T – A – A – G ..5`

قطع هنا لفصل G عن A

قطع هنا لفصل A عن G

ج- تأثير إنزيم القطع كالتالى :-

5`...G** **A – A – T – T – C ..3`

3`... C – T – T – A – A** **G...5`

خلى بالك ...

النسخ هو تكوين نسخة واحدة فقط من جزئ ال RNA على قالب واحد فقط من أحد شريطى DNA .

الإستنساخ هو عملية يتم فيها إنتاج نسخة جينيا من خلية أو نسيج أو كائن حى ويطلق على النسخة الجديدة مصطلح مستنسخ .

التضاعف هو تكوين نسختين متماثلتين من جزئ ال DNA كامل .

٣- كيفية حساب هذا النوع من المسائل :-

عينة من تتابع DNA تحتوى على التتابع التالى :-

3`.. T – A – C – C – C – G …. A – T – T …5`

أ- ما تتابع النيوكليوتيدات فى شريط mRNA المنسوخ منه ؟

الإجابة : 5`…A – U – G – G – G – C …. U – A – A ..3`

ب- هل يمكن أن يمثل هذا التتابع شفرة لبناء البروتين ؟ مع التعليل ؟

الإجابة : نعم ؛ وذلك لأن شريط mRNA بدأ بكودون البدء AUG وانتهى بكودون وقف UAA .

ج- إذا حدثت طفرة وتغيرت قاعدة الثايمين إلى أدينين فى بداية هذه العينة ؛ فما التتابع الجديد للنيوكليوتيدات على mRNA ؟

الإجابة : 5`…U – U – G – G – G – C ….U – A – A …3`

د- ما نوع هذه الطفرة ؟ وهل يمكن فى هذه الحالة تخليق البروتين ؟

الإجابة : طفرة جينية ؛ ولا يمكن تخليق البروتين فى هذه الحالة لغياب كودون البدء المسئول عن بدء تخليق البروتين .

٤- كيفية حساب هذا النوع من المسائل :-

إذا علمت أن كودون حمض الجلايسين هو GGA وكودون حمض الأرجنين هو AGG وكودون حمض الجلوتاميك هو GAG ؛ أكتب ترتيب القواعد النيتروجينية فى اللولب المزدوج الذى يعطى الأحماض الثلاثة بنفس الترتيب ؛ مضيف إليهم كودون البدء وكودون وقف .

الإجابة

بص ي سيدى هنحول الكودونات الثلاثة إلى نيوكليوتيدات DNA وهنحول كودون البدء والوقف إلى DNA بعد كده هجيب الشريط المكمل لشريط ال DNA .

3`…TAC CCT TCC CAC ATC … 5`

5`... ATG GGA AGG GTG TAG ...3`

١- كودون البدء AUG تحول إلى TAC ؛ وكودون الوقف UAG تحول إلى ATC .

٢- GGA تحول إلى CTT ؛ AGG تحول إلى TCC ؛ GAG تحول إلى CTC .

٥- كيفية حساب هذا النوع من المسائل :-

جين (X) يتكون من ١٥٠ زوج من النيوكليوتيدات كم عدد الأحماض الأمينية التى تدخل فى تكوين البروتين الناتج ؟

الإجابة :

هناك قاعدة عامة وهى كالتالى :-

١ حمض أمينى = ٣ نيوكليوتيدة

س = ١٥٠ نيوكليوتيدة

∴ س = ١٥٠ × ١ ÷ ٣ = ٥٠ حمض أمينى

حيث أن الحمض الأمينى رقم (٥٠) يمثل كودون وقف وهو لا يمثل شفرة ؛ فلذلك طالما مثل هذا الحمض الأخير كودون وقف فلا يحسب ؛ وبالتالى يكون عدد الأحماض الأمينية ٤٩ حمض أمينى بدل من ٥٠ .

٦- لديك جزئ mRNA يحمل التتابع :

5`... A – U – G – A – U – U – U – G – G – A – A – U – C – C – A – U – A – A ...3`

(1) اكتب تتابع الشريط الناتج من معاملة جزئ mRNA السابق بإنزيم النسخ العكسى ؟

3`... T – A – C – T – A – A – A – C – C – T – T – A – G – G – T – A – T – T ...5`

(٢) اكتب تتابع شريط DNA المتكامل مع شريط DNA المتكون ؛ واسم الإنزيم المستخدم ؟

5`... A – T – G – A – T – T – T – G – G – A – A – T – C – C – A – T – A – A ...3`

إنزيم بلمرة DNA .

(٣) حدد طريقة تضاعف الجين المتكون آلاف المرات فى دقائق معدودة ؟

عن طريق استخدام جهاز PCR الذى يقوم بمضاعفة قطعة DNA (الجين) آلاف المرات من خلال دقائق معدودة بإستخدام إنزيم **تاك بوليميريز** الذى يعمل عند درجة حرارة مرتفعة .

- ملحوظة هامة :- لو حدث وقف تخليق البروتين فى منتصف شريط mRNA ماذا يحدث ؟ حدثت طفرة أدت إلى تحول قاعدة من حمض أمينى معين إلى قاعدة أخرى فنتج عن ذلك كودون وقف UAA؛ UGA ؛ UAG .

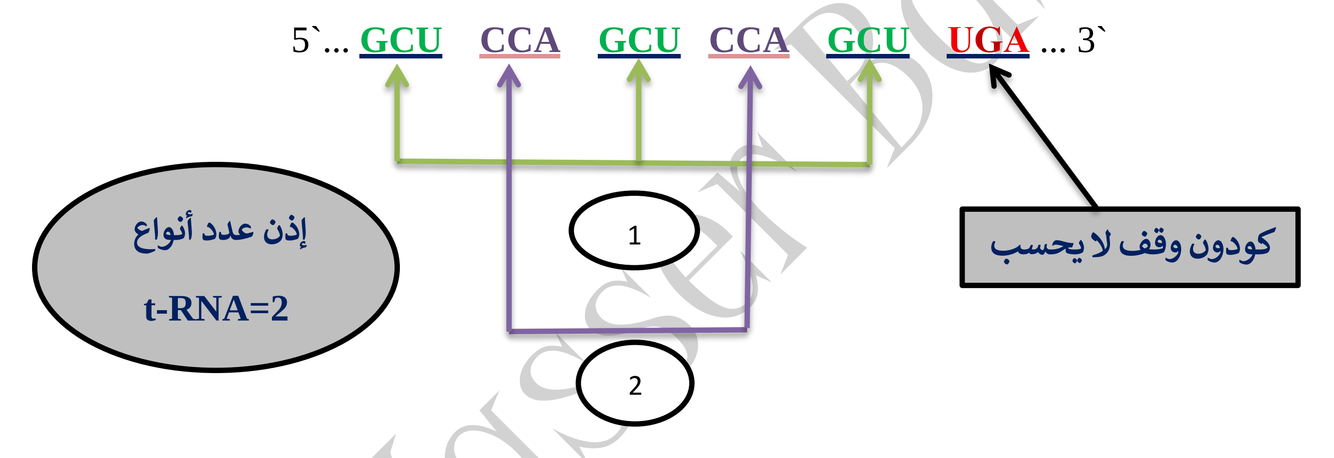
مثال:- 5`... AUG GGG CCC AGA AAA ... 3`

تحولت قاعدة A إلى قاعدة U نتيجة حدوث طفرة فتحول الحمض الأمينى AGA إلى كودون وقف UGA

٧- كيفية حساب عدد أنواع t-RNA :-

يتم حسابهم من شريط mRNA ؛ كل ثلاث نيوكليوتيدات يحسبوا بنوع t-RNA واحد ؛ حيث كودونات الوقف الثلاثة لا تحسب ؛ وتكرار ثلاث نيوكليوتيدات فى أماكن مختلفة من الشريط تحسب بنوع t-RNA واحد فقط .

مثال للتوضيح والتأكيد على الكلام :-



٨- كيفية حساب عدد النيوكليوتيدات أو القواعد النيتروجينية على mRNA وعدد الكودونات على mRNA وأقل عدد من أنواع t-RNA :-

يشترك ١٥ نوع من الأحماض الأمينية فى بناء عديد ببتيد مكون من ٣٠٠ حمض أمينى أوجد :-

(أ) عدد القواعد النيتروجينية أو النيوكليو تيدات على mRNA ؟

الإجابة : عدد القواعد النيتروجينية أو النيوكليوتيدات = عدد الأحماض الأمينية × ٣ + ٣ (كودونات الوقف) .
٣٠٠ × ٣ + ٣ = ٩٠٣ قاعدة نيتروجينية أو نيوكليوتيدة على mRNA .

(ب) عدد الكودونات فى mRNA ؟

عدد الأحماض الأمينية + كودون وقف واحد = ٣٠٠+١ = ٣٠١

(ج) أقل عدد من t-RNA اللازم لبناء عديد الببتيد ؟

كل حمض أمينى له نوع من t-RNA وبالتالى الأحماض الأمينية التى لها أكثر من شفرة يكون لها أكثر من نوع منt-RNA

أٌقل عدد من t-RNA = عدد أنواع الأحماض الموجودة بالمسألة

وليس عدد الأحماض الأمينية = ١٥ نوع على الأقل لأن كل نوع

حمض أمينى له نوع من t-RNA على الأقل .

٩- كيفية حل هذا النوع من المسائل :-

تعرف أحد الباحثين على التتابع AAC فى شريط طويل لجزئ mRNA داخل النواة ؛ فإذا كان التتابع AAC فى الشفرة الوراثية هو كودون الحمض الأمينى الأسباراجين ؛ هل من الضرورى أن الأسباراجين سوف يظهر فى البروتين الناتج عن ترجمة هذا الحمض النووى mRNA .

الإجابة

لا ؛ ليس ضروري أن يظهر الأسباراجين فى البروتين الناتج ؛ فتتابع المذكور AAC قد يتوزع بين كودونين متجاورين والذى يعبر كل منهما عن حمض أمينى مختلف .

للتوضيح والتأكيد :-

5`... AUG TCA ACG UAA ... 3`

١٠- كيفية حل مسائل تخليق البروتين :-

إذا كان تتابع القواعد النيتروجينية فى قطعة من أحد شريطى جزئ DNA :-

`3... G – C – T – C – G – A – A – C – A ...5`

وكانت الكودونات الخاصة ببعض الأحماض الأمينية كالتالي :

(١) فالين GUC (٢) أرجينين CGA (٣) تيروزين UAU

(٤) سيستنين UGU (٥) ميثيونين AUG (٦) الآلانين GCU

استنتج تتابع الأحماض الأمينية فى سلسلة عديد البتيد التى تنتج طبقا للمعلومات الوراثية المحمولة فى قطعة DNA المذكورة بأعلى (وضح خطوات استنتاجك) .

الإجابة

تتابع القواعد النيتروجينية فى قطعة شريط mRNA الذى يتم نسخه من قطعة DNA :-

5`... C – G – A – G – C – U – U – G – U ...3`

تحتوى هذه القطعة من mRNA على ثلاث كودونات ؛ تتزاوج قواعد هذه الكودونات الثلاثة مع قواعد مضاد الكودون الثلاثة جزئيات فى الحمض النووى t-RNA :-

١- عند الطرف `5 حيث أن البداية من الطرف `5 لسبب رئيسى هو أن قطعة mRNA بدايتها من الطرف `5 وليس الطرف `3 لأن البداية من ناحية الشمال فعند الطرف `5 يرتبط الكودون CGA مع t-RNA به مضاد الكودون GCU الذى يحمل الحمض الأمينى أرجنين .

٢- ثم بعد ذلك يرتبط الكودون GCU مع t-RNA به مضاد الكودون CGA والذى يحمل الحمض الأمينى الألنين وعند ذلك يحدث تفاعل نقل الببتيديل الذى ينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية بين الحمض الأمينى الأول والثانى .

٣- ثم بعد ذلك يرتبط الكودون UGU مع t-RNA به مضاد الكودون ACA والذى يحمل الحمض الأمينى سيستلين وعند ذلك يحدث تفاعل نقل الببتيديل الذى ينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية بين الحمض الأمينى الثانى و الثالث .

وبالتالى يكون تتابع الأحماض الأمينية فى سلسلة عديد الببتيد هو كالتالى :-

(سيستلين / الألنين/ أرجنين) ويكون الحمض الأمينى الأخير هو الذى يكون فى بداية ثم الذى يليه ثم الذى يليه وذلك لأن هذا التتابع ينتج طبقا للمعلومات الوراثية المحمولة فى قطعة DNA .

ملاحظات على RNA

١- عدد الأحماض الأمينية التى تدخل فى تركيب البروتين = ٢٠

٢- عدد الأحماض الأمينية التى توجد فى أجسام الكائنات الحية أكبر من ٢٠

٣- عدد الأحماض الأمينية التى تدخل فى تكوينها مجموعة الالكيل (R) = ١٩

٤- الحمض الأمينى الوحيد الذى لا يحتوى على مجموعة (R)

٥- الرابطة التى تنشأ بين الأحماض الأمينية رابطة ببتيدية .

٦- عدد الروابط الببتيدية = عدد الأحماض الأمينية – ١

٧- عدد الأحماض الأمينية = عدد الروابط الببتيدية + ١

٨- يسمى تفاعل تكوين الرابطة الببتيدية (تفاعل النازع للماء) .

٩- عدد جزئيات الماء المنزوعة = عدد الروابط الببتيدية .

١٠- الرابطة الهيدروجينية هى التى تكسب البروتين شكله المميز .

١١- الكروموسوم لا يحتوى على (يوراسيل - سكرريبوز) .

١٢- عدد أنواع الروابط الكيميائية بالجسم المضاد = ٤ أنواع

(تساهمية - ببتيدية - هيدروجينية - كبريتيدية ثنائية) .

١٣- تتابع لا ينسخ ولا يترجم (المحفز) .

١٤- تتابع ينسخ ولا يترجم (كودونات الوقف) .

١٥- تتابع ينسخ ويترجم (أى تتابع يمثل شفرة لحمض أمينى **مثل** : (AUG) .

١٦- عملية التضاعف عملية كلية شاملة ؛ عملية النسخ جزئية .

١٧- عملية الترجمة فى أوليات النواة أسرع منها فى حقيقيات النواة .

١٨- أى ترجمة (تخليق البروتين) تتم فى السيتوبلازم .

١٩- عدد أنواع إنزيمات البلمرة فى أوليات النواة = ٢

٢٠- عدد أنواع إنزيمات البلمرة فى حقيقيات النواة = ٤

٢١- mRNA يحتوى على ٤ مواقع مهمة

(موقع الارتباط الريبوسوم - كودون البدء - كودون الوقف - ذيل عديد الادينين) .

٢٢- ينتقل إنزيم البلمرة من السيتوبلازم إلى النواة .

٢٣- مصنع إنتاج البروتين هو الريبوسوم .

٢٤- الريبوسوم كيميائي = ٤ أنواع r-RNA + ٧٠ نوع عديد ببتيد .

٢٥- نستنتج من (٢٤-٢٣) أن كل من البروتين والريبوسوم يشتركان فى بناء كل منهما الأخر .

٢٦- مكان تكوين الريبوسوم النوية – **مكان عمله** : فى السيتوبلازم .

٢٧- عدد نسخ جينات r-RNA = ما يزيد عن ٦٠٠ نسخة .

٢٨- عدد نسخ جينات t-RNA = (٧-٨) جينات على نفس الجزئ .

٢٩- عدد نيوكليوتيدات الشفرة الوراثية = ٣

٣٠- عدد نيوكليوتيدات موقع التعارف من (٤-٧) نيوكليوتيدات .

٣١- موقع الببتيديل يحتوى على إنزيمات منشطة للتفاعل .

٣٢- موقع الأمينوأسيل تتم فيه عملية ربط الأحماض الأمينية .

٣٣- عندما يكون الريبوسوم غير قائم بعمله ينفصلان .

٣٤- الحمض الأمينى الذى له أكثر من شفرة له أكثر من t-RNA .

٣٥- لكل حمض أمينى t-RNA خاص به يتعرف عليه وينقله .

٣٦- عدد أنواع t-RNA = عدد أنواع شفرات الأحماض الأمينية = ٦١ شفرة / t-RNA .

٣٧- t-RNA يحتوى على موقعين هما (موقع الارتباط بالحمض الأمينى `CCA..3 - مضاد الكودون) .

٣٨- الشفرة DNA ← TAC

٣٩- الكودون mRNA ← AUG

٤٠- مضاد الكودون t-RNA ← UAC

٤١- t-RNA ← له شكل عام فى جميع الكائنات الحية .

٤٢- عدد جزئيات t-RNA التى تتعرف على كودون البدء = ١ .

٤٣- عدد جزئيات t-RNA التى تتعرف على كودون الوقف = صفر .

٤٤- عدد الشفرات الوراثية = ٦٤ .

٤٥- عدد الشفرات الأحماض الأمينية = ٦١ .

٤٦- جميع الأحماض الأمينية لها أكثر من شفرة ما عدا المثيونين .

٤٧- الارتباط بين t-RNA و mRNA ارتباط مؤقت .

٤٨- الذى يحدد نوع الحمض الأمينى هو مضاد الكودون على t-RNA .

٤٩- ترتيب النيوكليوتيدات على mRNA يدل على ترتيب الأحماض الأمينية فى البروتين .

٥٠- ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة ب mRNA فى بداية تخليق البروتين بمقدار ٢ كودون = ٦ نيوكليوتيدات عند الطرف `5 .

٥١- يتحرك الريبوسوم بمقدار ١ كودون = ٣ نيوكليوتيدات .

٥٢- الذى يرتبط بكودون الوقف هو عامل الاطلاق .

٥٣- إذا اتصل ب mRNA أكثر من ريبوسوم يصل أحيانا إلى ١٠٠ ريبوسوم يسمى عديد الريبوسوم (بولى سوم) .

٥٤- تتوقف شدة الالتصاق بين الشريطين على درجة التكامل بين تتابعات قواعدهما النيتروجينية .

٥٥- يمكن قياس شدة الالتصاق بين الشريطين بمقدار درجة الحرارة اللازمة للفصل بينهما .(تناسب طردى)

٥٦- ثبات DNA فى إزدواجه .

٥٧- عند رفع درجة حرارة DNA إلى ١٠٠°م تتكون اشرطة مفردة غير ثابتة .

٥٨- يستدل على وجود الجين ومعرفة كميته بالسرعة التى تتكون بها اللوالب المزدوجة الهجينة المشعة .

٥٩- مصدر إنزيمات القطع البكتيرية هى بعض الكائنات الدقيقة **مثل** : البكتيريا.

٦٠- عدد أنواع إنزيمات القطع ما يزيد عن ٢٥٠ إنزيم .

٦١- البكتيريا التى تفرز إنزيمات القطع لابد أن تفرز قبلها إنزيمات معدلة لحماية DNA الخاص بها .

٦٢- الإنزيمات المعدلة تعمل على إضافة مجموعة ميثيل (CH_3) على DNA البكتيرى .

٦٣- شرط موقع التعرف أن يكون تتابع القواعد النيتروجينية على شريطى DNA هو نفسه عندما يقرأ التتابع على كل شريط فى الاتجاه ٣` .

٦٤- توجد شفرة إنزيم النسخ العكسى فى الفيروسات التى محتواها الجينى RNA .

٦٥- إنزيم النسخ العكسى يعمل على بناء شريط DNA من mRNA .

٦٦- إنزيم القطع تترك أطراف لاصقة مائلة لذا تستخدم فى عملية الاستنساخ .

٦٧- PCR يحتوى على تاك بوليميريز يعمل عند درجة حرارة مرتفعة لاستنساخ جزئ DNA .

٦٨- أول بروتين تم إنتاجه بتقنية DNA معاد الاتحاد هو الانسولين البشرى .

٦٩- تمكن أحد الباحثين من إدخال ١٥ جين بشرى إلى داخل خلايا بكتيرية .

٧٠- من خلال شعرة أو حيوان منوى تستطيع أن تحدد بدقة كل خصائص وصفات أى إنسان يعيش على الأرض .

٧١- عدد جينات خلية الإنسان من ٦٠:٨٠ الف جين ويطلق عليهم **" الجينوم البشرى"** .

٧٢- تتابعات على جزئ DNA يمثل أحد مواقع التعرف لإنزيم قصر .

(أ) GAATTC (ب) AAAGCTT

٧٣- الجين لولب مزدوج .